Für die Errichter und Betreiber von explosionsgeschützten elektrischen Anlagen

Zeitschrift 2007

STAHL

Editorial

Liebe Leser,

Die Rettung der Erde vor der Klimakatastrophe – kein Thema beherrscht die Schlagzeilen der nationalen und internationalen Presse mehr seit der Veröffentlichung des 4. Klimareports der Vereinigten Nationen vor einigen Monaten. Was vorher nur eine Minderheit von Menschen interessierte, die sich mit Umweltthemen beschäftigte und sich Sorgen über die Zukunft der Erde machte, ist quasi über Nacht zum nahezu alles beherrschenden Dauerthema geworden.

Die Medien überschlagen sich seitdem mit der Veröffentlichung der unterschiedlichsten Katastrophenszenarien und Horrormeldungen. Dabei fällt es den Bürgern zunehmend schwer, seriöse von unseriöser Berichterstattung zu trennen oder ernstzunehmende Besorgis der Experten von auflagenorientierter Panikmache zu unterscheiden. Auch bei den Äußerungen der Politiker kann man nicht sicher sein, welcher Vorschlag auf eine langfristige und nachhaltige Beeinflussung der Klimatrends abzielt und was lediglich populistische Reflexreaktionen zur Erreichung eigener kurzfristiger politischer Ziele sind.

Die Aufgabe, vor der die Menschheit steht, will sie die Erde vor tiefgreifenden klimatischen Veränderungen schützen, besteht unabhängig davon darin, einerseits den durch die Globalisierung dramatisch gewachsenen Energiehunger aus Energiequellen zu stillen, die deutlich weniger umweltbelastend sind, als die bislang dominierenden fossilen Rohstoffe, und andererseits die Effizienz der Energienutzung durch einen zunehmenden Einsatz energiesparender Techniken und Technologien zu senken.

Dass mit dem Rückgang der Nutzung von Erdöl- und Erdgas nicht unbedingt die Notwendigkeit eines sicheren und wirksamen Explosionsschutzes verschwindet, zeigt unser Artikel über die Geothermie auf Seite 8.

Auch wenn es gelingt, die Nutzung weiterer alternativer Energiequellen voranzutreiben, die an und für sich keinen Explosionsschutz benötigen, wie z. B. die Sonnen- oder Windenergie, wird der Wasserstoff sehr wahrscheinlich das dominierende Medium als Energieträger werden. Und da dieser hochexplosiv ist, wird auch hier für einen Großteil der Infrastruktur Explosionsschutz benötigt. Wir befinden uns inmitten von spannenden und entscheidenden Entwicklungen für die Zukunft der Menschheit. Der Explosionsschutz spielt dabei weiterhin eine wichtige Rolle für die allgemeine Sicherheit.

Ihre Redaktion

Titelbild: Tiefboranlage der Firma HERRENKNECHT Vertical GmbH ›Hot Rock‹ zur Erschließung von Erdwärme.

Impressum

Die Ex-Zeitschrift 39/2007 (ISSN 0176-2419) erscheint im Auftrag von:

R. STAHL Schaltgeräte GmbH
Am Bahnhof 30, 74638 Waldenburg
Telefon: +49 7942 943-0
Telefax: +49 7942 943-4333
exzeitschrift@stahl.de
www.stahl.de

Herausgeber
R. STAHL Schaltgeräte GmbH
Redaktion
Dr. Ing. Thorsten Arnhold
Dr. rer. nat. Dieter Beermann
Anja Kircher
Organisation und Gestaltung
Anja Kircher
Design und Art-Finishing
VISUELL Studio für Kommunikation GmbH, Stuttgart
Druck
Wahl Druck, Aalen

Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Einsender von Manuskripten, Briefen u. a. erklären sich mit redaktioneller Bearbeitung einverstanden.

Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers!

Inhalt

Die Autoren

Seite

4, 8, 54, 68 **Dr. Ing. Thorsten Arnhold**
Bereichsleiter
Produktmanagement und Marketing,
R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg

58 **Karl-Heinz Christoffel**
Vertrieb Automatisierungstechnik,
R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg

61 **Thomas Eichhorn**
EMR-Betriebsingenieur
Clariant Produkte (Deutschland) GmbH, Frankfurt

66 **Dipl.-Ing. Horst Friedrich**
Produktmanger
Visualisierungsgeräte, Bedienterminals,
R. STAHL HMI Systems GmbH, Köln

26 **Helmut Greiner**
Berater bei Danfoss Bauer GmbH
und deutscher Sprecher bei IEC SC 31 H

58 **Dieter Grunert**
MSR Betriebsingenieur, Rhein Chemie
Rheinau GmbH, Mannheim Rheinau

42 **Per Helgeland**
Stellvertretender Geschäftsführer,
Marketing- und Vertriebsleiter,
Tranberg AS, Norwegen

61 **Dr. Ulrich Johannsmeyer**
Leiter Fachbereich 3.6. System- und
Eigensicherheit und Leiter der PTB-
Zertifizierungsstelle für Explosionsschutz,
PTB, Braunschweig

42, 54 **Dr. Andreas Kaufmann**
Produktmanager Beleuchtungstechnik,
R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg

32 **Søren Lykke Larsen**
Managing Director
Tranberg Systems A/S, Dänemark

36 **Bill Lawrence**
Senior Engineering Specialist Hazardous
Locations FM Approvals, USA

54 **Ross Mackintosh**
Production Engineer, DIAGEO, Großbritannien

14 **Dr. Ulrich von Pidoll**
Fachbereich 3.73 Physikalische Zündvorgänge,
PTB, Braunschweig

49 **Jürgen Poidl**
Produktmanager IEC Steuerung
R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg

36 **John Rennie**
Ehemaliger Vice-President und Manager
Abteilung FM Approvals – FMRC, USA

68 **Dipl.-Ing. (FH) Thomas Riecke**
Project-Manager
EISENMANN Anlagenbau GmbH & Co. KG,
Böblingen

8 **Andreas Steilen**
Entwicklung und Konstruktion –
Leiter Elektrotechnik
Herrenknecht Vertical GmbH, Schwanau

61 **Dr. Ing. Anton Schimmele**
Leiter Innovationsmanagement,
R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg

46, 49 **Dipl.-Chemie-Ing. Helmut Schulz**
Projektleiter Engineering für Analysengeräte
und Systeme, Siemens A&D, Karlsruhe

20 **Dipl.-Ing. (FH) Stephan Schultz**
Produktmanager Barrieren und Trennstufen,
R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg

46 **Dipl.-Ing. Alexander Scholl**
Vertriebssupport Prozessanalysensysteme,
Siemens A&D, Karlsruhe

46 **Dipl.-Ing. (FH) Dagmar Sorg-Ehrhardt**
Projektierungsingenieurin Analysensysteme
Siemens A/D, Karlsruhe

Recht, Normen und Technik

4 **Ex-Nachrichten**
Normenarbeit zum Thema Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel

14 **Physikalische Zündvorgänge**
Bewertung der Zündwirksamkeit elektrostatischer Entladungen ohne Zündversuche mit brennbaren Gasen oder Stäuben

26 **Explosionsgeschützte Elektromotoren**
Auswahl, Einstellung und Prüfung der stromabhängigen Überlast-Schutzeinrichtung

36 **FM Approvals**
Ihre Wurzeln in der Zeit der industriellen Revolution 1835 und die Entwicklungen bis heute

61 **Nachweis der Eigensicherheit**
C_o- und L_o-Parameter für gemischte Stromkreise

Produktvorstellungen

66 **Auch im Ex-Bereich alles im Blick**
Kameraüberwachungssystem für Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

76 **Produkt-Neuheiten**

Anwendungsberichte

8 **Energie aus der Tiefe der Erde**
Explosionsschutz bei moderner Tiefbohrtechnik

20 **Funkbetrieb in explosionsgefährdeten Bereichen**

32 **Erdgas aus der Arktis**
Verfahrenstechnische Anlagen mit explosionsgeschützter Beheizung

42 **Explosionsgeschützte Beleuchtung**
auf flüssiggasbetriebenen Versorgungsschiffen

46 **Sicher auch in der Wüste**
Prozessgasanalyse erhöht Wirkungsgrad im Offshore-Bereich und schont die Umwelt

49 **Explosionsschutz bei der Prozessanalyse**
Sicherer Betrieb bis an die Explosionsgrenze

54 **Innovative Fluchtwegbeleuchtung mit LED-Cluster als Leuchtmittel**
Anwendung während der Reifung des Whiskys

58 **Lösung für die Prozessautomatisierung**
Einfache Bedienung, flexible Erweiterungen und kostengünstige Wartung
Betriebserfahrungen in Anlagen bei der Rhein Chemie in Mannheim

68 **Die teure Lösung ist wirtschaftlicher**
Elektrische Ausrüstung einer Farbmischanlage für die Lackierung von Automobilen

Nachgefragt

72 **Eine Frage bitte**
Kunden fragen – wir antworten

74 **Buchvorstellungen**

81 **Druckschriften**

82 **Ex-Seminarkalender 2007/2008**
Themen, Termine und Veranstalter

Ex-Nachrichten

Normenarbeit zum Thema Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel

von Thorsten Arnhold (Redaktion)

IEC TC 31 Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel

IEC 60079-0: Allgemeine Anforderungen

Auf der Sitzung der Working Group 22 in Chicago im April 2006 wurde die umfassende Umgestaltung der IEC 60079 Teil 0 fortgesetzt. Ziel ist die Harmonisierung der kompletten unter TC 31 geführten Normenreihen, was unter anderem die Aufnahme des Staubexplosionsschutzes, der Bestimmungen für Betriebsmittel für Zone 0 und 2 in eine Basisnorm bedeutet, sowie die weitgehende Vereinheitlichung von allgemein gültigen Festlegungen umfasst.

Über die wichtigsten Neuheiten der Norm berichtete die Ex-Zeitschrift ausführlich in ihrer Ausgabe 38/2006. Mittlerweile wurde der Normentwurf im Juni 2006 als CDV veröffentlicht und dem weltweiten Fachpublikum in den nationalen Komitees zur Kommentierung übergeben. Die Resonanz war erwartungsgemäß überwältigend: 53 Seiten Kommentare gingen bis zum November 2006 ein und mussten in der Sitzung von WG 22 im März 2007 in Australien bearbeitet werden (Resultate lagen bei Redaktionsschluss noch nicht vor).

Auch im Sinne der Vereinheitlichung und Harmonisierung der Normenlandschaft im Explosionsschutz wurde auf der Jahrestagung von TC 31 im Oktober 2006 in Rio de Janeiro beschlossen, ein Sub-Committee SC 31 M zu gründen, welches die Aufgabe hat, die Koordination zwischen dem Explosionsschutz elektrischer und mechanischer Betriebsmittel sicherzustellen. Das Sekretariat dieses Unterkomitees ist beim DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) angesiedelt.

IEC 60079-1: Druckfeste Kapselung

Das Maintenance Team 25 bei IEC TC 31 setzte auf seiner Sitzung im April 2006 in Chicago die Arbeiten an der 6. Ausgabe fort und bereitete mit einem Rohtext die folgende Ausgabe der Norm vor. Die jetzt in der Norm enthaltene Berücksichtigung tiefer Temperaturen bei der Festlegung der Prüfanforderungen und -bedingungen wurde allgemein begrüßt.

Der im November 2005 veröffentlichte CDV wurde von den nationalen Komitees angenommen, und die eingegangenen Kommentare werden auf der kommenden Sitzung des MT's diskutiert und berücksichtigt. Ein Zeitpunkt für die Herausgabe des FDIS war bei Redaktionsschluss noch nicht bekannt.

IEC 60079-2: Überdruckkapselung

Der FDIS der 5. Ausgabe der Norm ist erschienen. Die Equipment Protection Levels (EPL) sind jetzt enthalten. Ansonsten gab es keine wesentlichen Änderungen.

IEC 60079-5: Sandkapselung

Die 3. Ausgabe der Norm wird Anfang 2007 als FDIS veröffentlicht. Die wesentlichste Änderung gegenüber der 2. Ausgabe besteht darin, dass es jetzt unter bestimmten Umständen möglich ist, das Gehäuse zu Reparaturzwecken zu öffnen und anschließend nach der Wiederbefüllung mit dem Sand wieder zu verschließen. Damit könnte sich die Sandkapselung als interessante Alternative zur Vergusskapselung etablieren.

IEC 60079-6: Ölkapselung

Bislang wurde die ›Ölkapselung‹ mehr oder weniger als eine Zündschutzart aus dem technischen Museum angesehen: Die Mitarbeiter von WG 22 bei TC 31 fragten sich deshalb, ob es überhaupt Sinn macht, eine 3. Ausgabe der Norm zu erarbeiten. Zur Beantwortung dieser Frage versandte das Sekretariat von TC 31 einen Fragebogen an die nationalen Komitees mit der Frage, ob die Norm zurückgezogen oder weitergepflegt werden sollte. Die internationale Resonanz darauf war positiv, und die Zündschutzart ›Ölkapselung‹ bleibt damit erhalten. Der FDIS der 3. Ausgabe wird daher ebenfalls Anfang 2007 erscheinen. Unmittelbar im Anschluss daran soll mit der Erarbeitung der 4. Ausgabe begonnen werden, um ggf. neue Anforderungen an die Schutzflüssigkeit und die von der Flüssigkeit bedeckten Geräte zu definieren. Ziel ist es, die quasi Zone 2-Anforderungen an diese Geräte durch die Auswahl einer geeigneten Schutzflüssigkeit zu beseitigen, um eine neue Methode, beispielsweise für den Schutz von Leistungselektroniken, zu entwickeln, bei der als Nebeneffekt eine effektive Kühlwirkung erzielt wird.

IEC 60079-7: Erhöhte Sicherheit

Die 4. Ausgabe der Norm zur Zündschutzart ›Erhöhte Sicherheit‹ ist Mitte 2006 erschienen und wird mittlerweile im Rahmen des ›Parallel Voting Verfahrens‹ in eine europäische Norm überführt.

Als erstes wurden die Anforderungen an die elektrischen Verbindungen an den aktuellen Stand der Technik angepasst und so der stürmischen Entwicklung in der elektrischen Verbindungstechnik Rechnung getragen. Die Anforderungen an Verbindungen, welche während der Installation vorgenommen werden (field wiring) und solche, die bereits der Hersteller des Produktes vornimmt (factory wiring), werden jetzt differenziert betrachtet, genau wie die Anforderungen an permanente und lösbare Verbindungen. Moderne Anschlusstechniken, wie die Federzugklemme oder die Durchdringungstechnik, werden behandelt und Steckverbindungen, wie z. B. Flachstecker, werden unter bestimmten definierten Umständen ermöglicht.

Als zweiter Schwerpunkt wurden die Bewertungs- und Testverfahren für Maschinen mit Käfigläufern und Hochspannungsmaschinen erweitert und präzisiert. Zu diesem Zweck bildete sich eine Expertengruppe, die sich zukünftig auch mit anderen Themen und Zündschutzarten rund um elektrische Maschinen für explosionsgefährdete Bereiche beschäftigen wird.

Schließlich konnte auch das Thema ›End of Life‹ bei Betrieb von Leuchtstofflampen befriedigend geklärt werden. Dazu wurden die in der Beleuchtungstechnik schon seit längerem gültigen Tests ›Asymmetric Pulse Test‹ und ›Asymmetric Power Test‹ für elektronische Vorschaltgeräte verbindlich gemacht und im normativen Anhang H beschrieben.

IEC 60079-11: Eigensicherheit

Die 5. Ausgabe der Norm zur Zündschutzart ›Eigensicherheit‹ wurde im Juli 2006 veröffentlicht.

Im Oktober 2006 fand eine Sitzung des Unterkomitees SC 31 G und des neuen MT 60079-11 statt (zur besseren Zuordnung werden jetzt die Maintenance Teams mit der selben Nummerierung wie die dazugehörigen Normen gekennzeichnet). Auf dieser Sitzung wurde mit der Erarbeitung der 6. Ausgabe der Norm begonnen. In diese Ausgabe werden die Anforderungen an den Staubexplosionsschutz aus der alten IEC 61241-11, die Equipment Protection Levels, sowie die Geräteanforderungen aus der IEC 60079-27 (FISCO bzw. FNICO) übernommen.

Weitere wichtige Aspekte, wie die Anforderungen an Batterieladegeräte, sowie die schädliche Dendritenbildung bei Verwendung von bleifreiem Lot wurden diskutiert.

IEC 60079-15: Betriebsmittel für die Zone 2

Am Rand der Jahreskonferenz von TC 31 im Oktober 2006 in Rio de Janeiro fand die erste Sitzung des MT 60079-15 zur Erarbeitung der 4. Ausgabe der Norm für Betriebsmittel zum Einsatz in der Zone 2 statt. Durch die Integration vieler allgemein gültiger Themen in die IEC 60079-1 kann die neue Ausgabe gestrafft werden. Die wichtigsten Veränderungen aus der IEC 60079-7, wie beispielsweise die Neufestlegungen zu den elektrischen Anschlüssen, wurden angepasst übernommen. Immerhin beruht die Zündschutzart ›nonsparking‹ auf den gleichen Grundprinzipien wie die ›Erhöhte Sicherheit‹.

Das Kapitel über Leuchten wurde komplett neu strukturiert. Diskutiert wird gegenwärtig das Thema EVG's für Zone 2 – Langfeldleuchten. Hierbei geht es um die Frage, ob ein EVG gegenüber der Industrieausführung erhöhte Luft- und Kriechstrecken aufweisen oder andernfalls vergossen sein muss. Auch der Einsatz von Zusatzsicherungen vor Industrie-EVG's zur Ertüchtigung der Geräte für den Einsatz in Zone 2 wurde diskutiert.

Erwartungsgemäß gab es auf der Sitzung wiederum eine lange und kontroverse Diskussion über das Thema Schwadensicherheit, insbesondere als Zündschutzart von Leuchten. Der deutsche Vorschlag, nicht ➔

die Anwesenheit von funkengebenden Teilen, sondern die Anzahl und Höhe von Temperaturwechseln zum Entscheidungskriterium für Routineprüfungen zu machen, wird gegenwärtig diskutiert.

Die CD der 4. Ausgabe wird in der ersten Hälfte 2007 erscheinen.

IEC 60079-25: Eigensichere Systeme

Mit der Erarbeitung der zweiten Ausgabe wurde in Kapstadt begonnen. Da man auf die Fertigstellung der IEC 60079-11 warten musste, ist mit einer Ausgabe des CD erst Anfang 2007 zu rechnen.

Der Text des CD wurde im Oktober 2006 in Rio besprochen. U. a. ging es dabei um die Themen ›Anforderungen an einfache Betriebsmittel‹ und ›Aufnahme der Anforderungen an den Staubexplosionsschutz‹. Da eigensichere Systeme durch verschiedene Ex-Zonen führen können, soll diesen keine Equipment Protection Levels zugeordnet werden.

IEC 60079-27: FISCO/FNICO Eigensicherer Feldbus

Die 1. Ausgabe der Norm ist 2005 unter Einbeziehung des Zone 2-Konzeptes (FNICO) erschienen. Die Norm soll vorläufig weitergepflegt werden, langfristig ist allerdings vorgesehen, dass die Beschaffenheitsanforderungen in die IEC 60079-11 und die Systemanforderungen in die 60079-25 übergehen.

IEC 60079-16: Vergusskapselung

Der CDV der dritten Ausgabe der Norm wird in der ersten Jahreshälfte 2007 erwartet.

IEC 60079-26: Elektrische Geräte für Gruppe II Zone 0

Der FDIS der IEC 60079-26 erschien in der ersten Jahreshälfte 2006.

IEC 60079-31 (früher 61241-1): Schutz durch Gehäuse

Der CD der nun in die Reihe 60079 eingruppierten Norm existiert seit März 2006. In dieser Normausgabe sind die Equipment Protection Levels enthalten. Für EPL a wurden eine maximale Leistung bzw. Nennspannung von 20 W/50 V sowie verschärfte Prüfbedingungen für die IP-Schutzartprüfung festgelegt.

Außerdem werden in dieser Ausgabe die Anforderungen aus der amerikanischen und europäischen Praxis vereinigt.

IEC 62081 Teil 1 und Teil 2: Rohrbegleitheizungen

Die FDIS's der ersten Normausgaben sind im Oktober 2006 erschienen. Gegenwärtig wird die zukünftige Eigenständigkeit beider Normen in Frage gestellt und als Alternative geprüft, die beiden Normteile in die Produkt- bzw. Errichtungsnormen zu integrieren.

TC 31 SC 31J: Errichtung und Betrieb

IEC 60079-14: Elektrische Anlagen für explosionsgefährdete Bereiche

Im Juli 2006 erschien der CDV der 4. Normenausgabe. Auch in dieser Norm werden jetzt die Equipment Protection Levels (EPL) eingeführt, zum einen in der Begriffsbestimmung (allerdings aufgrund des Anwendungsbereiches der Norm lediglich für Gasexplosionsschutz) und zum anderen wird unter der Überschrift ›Auswahl der Betriebsmittel‹ eine Zuordnung der Zündschutzarten zu den EPL's vorgenommen.

Erstmals wird in dieser Norm eine Aussage über die Qualifikation des Personals gemacht. Die Auswahl und Instandsetzung muss demnach in Zukunft von befähigten Personen vorgenommen werden, die durch ihre Ausbildung mit den Zündschutzarten und Installationstechniken vertraut sind, sowie die einschlägigen Regeln und Vorschriften einschließlich der Grundzüge der Zoneneinteilung kennen.

IEC 60079-17: Prüfung und Wartung

Im September 2006 wurde der CD der 4. Normenausgabe veröffentlicht. Der Text ist jetzt sehr eng mit dem Teil 14 verbunden. So sind beispielsweise die EPL's aufgenommen worden und die Qualifikationsanforderungen an das Personal sind abgestimmt. Weiterhin wurde das Thema der Prüfung und Wartung von elektrischen Betriebsmitteln in durch Staub explosionsgefährdeten Bereichen aufgenommen.

IEC 60079-19: Reparatur und Instandsetzung

Der seit Juli 2006 vorliegende FDIS der 2. Ausgabe dieser Norm wurde von dem deutschen nationalen Komitee abgelehnt, da die Bestimmungen nicht mit der deutschen Praxis vereinbar sind. In Deutschland wird gegenwärtig versucht, die neue Norm mit der nationalen Praxis über eine technische Regel unter der nationalen Betriebssicherheitsverordnung vereinbar zu machen.

CENELEC TC 31: Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel

Die Jahrestagung von CENELEC TC 31 fand im September 2006 in Zagreb statt. Die Gültigkeit von ATEX-Baumusterprüfbescheinigungen nach Normenänderungen war zum wiederholten Mal ein Thema.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Durchsprache der prEN 50495, welche die Anforderungen an Schutzsysteme unter der ATEX Richtlinie 94/9/EG präzisiert.

Dr. Ullrich v. Pidoll wurde zum neuen Chairman des SC 31-8 ›Elektrostatische Sprühanlagen und -einrichtungen‹ ernannt.

IEC-Ex Scheme

Im September 2006 fand in Shanghai die diesjährige Sitzung des Management Commitee's (MC) und der anderen Gremien von IEC Ex statt. In Vorbereitung auf dieses Treffen gab es im Lauf des Jahres zwei gemeinsame Sitzungen der beiden deutschen nationalen Arbeitskreise unter DKE K 241 und K 235.

Dabei wurde Dr. Thorsten Arnhold als neuer Obmann des Arbeitskreises AK 241.0.16 ›IEC-EX Scheme‹ gewählt und die deutsche Delegation für Shanghai festgelegt. Weiterhin wurde ein deutsches Positionspapier erarbeitet, welches auf der Sitzung des MC verlesen wurde. Darin drückte das deutsche nationale Komitee die Besorgnis aus, dass die Akzeptanz des IEC-Ex Schemas schwinden könnte, wenn es nicht gelingt, weitere Mitgliedstaaten neben Australien zur vollen und uneingeschränkten Akzeptanz des Schemas zu bewegen und wenn das qualitativ gute, schriftlich festgelegte und dokumentierte Regelwerk in der Praxis nicht exakt eingehalten wird. Unterstützt wurde die deutsche Position durch ähnliche vorgetragene Besorgnisse von Ländern, wie Frankreich u. a.

Als Konsequenz wurde beschlossen, eine Working Group zur Prüfung zu gründen und alle Dokumente auf unklare, falsche oder fehlende Anforderungen zu überprüfen.

Auf der 3. Sitzung des nationalen Arbeitskreises im Dezember 2006 wurde beschlossen, den AK 241.0.16 aufzulösen und einen neuen Arbeitkreis unter dem Dach des Technischen Beirats Konformitätsbewertung (TBKon) beim DKE zu gründen. Vorteile dabei sind die Zusammenführung der Hersteller- und Betreiberinteressen sowie die engere Einbindung in die Behandlung der Konformitätsbewertungsverfahren beim DKE.

Abkürzungen

EPL
Equipment Protection Level
Geräte-Schutzniveau

CD
Committee Draft
1. Stufe: Veröffentlichung eines Normenentwurfs

CDV
Committee Draft for Voting
2. Stufe: Erste Abstimmung über den Normenentwurf

FDIS
Final Draft International Standard
3. Stufe: Schlussabstimmung über den Normenentwurf

Energie aus der Tiefe der Erde

Explosionsschutz bei moderner Tiefbohrtechnik

von Thorsten Arnhold und Andreas Steilen

Bild 1: Bohrturm der Firma HERRENKNECHT mit dem ›Pipe Handler‹

Die Menschheit steht vor einem Wendepunkt ihrer Geschichte und wird sich dessen gerade bewusst. Die Zeit des ungebremsten weltweiten Wirtschaftswachstums auf Kosten der Umwelt scheint sich ihrem Ende zu nähern.

Ein radikales Umdenken, insbesondere in Hinblick auf die Art und Weise der Energiegewinnung und -verwendung, wird immer zwingender, will man nicht die Zukunft heutiger und zukünftiger Generationen ernsthaft aufs Spiel setzen.

Frühlingshafte Temperaturen mitten im Januar in Nord- und Mitteleuropa mögen zwar für den Moment einen gewissen Charme haben; allerdings wird einem stetig wachsenden Teil der Menschheit mehr und mehr bewusst, dass es sich dabei leider nicht mehr nur um eine nette Laune der Natur handelt. Es ist vielmehr ein sicheres Anzeichen der allgemeinen globalen Erwärmung mit langfristigen, zerstörerischen und leider häufig irreversiblen Folgen für die natürliche Lebensumwelt des Menschen. Sollte es nicht gelingen, die Ursachen dafür in den kommenden Jahren wirksam und nachhaltig zu beseitigen, ist mit einem dauerhaften Anstieg der Durchschnittstemperaturen auf der Erde um mehrere Grad Celsius zu rechnen.

Das Ausmaß der damit verbundenen Veränderungen der Lebensbedingungen auf der Erde wird erst richtig bewusst, wenn man bedenkt, dass die drei Eiszeiten des Pleistozäns mit ihren dramatischen Veränderungen auf der Erde durch eine Verringerung der Durchschnittstemperatur um lediglich rund drei Grad Celsius ausgelöst wurden. Die Veränderung des Temperaturniveaus in die andere Richtung würde diesmal zu Folgen, wie einem Abschmelzen der Polkappen und dem Anstieg des Meeresspiegels um mehrere Meter, verbunden mit dem Untergang heute dicht besiedelter Festlandsregionen führen. In Mitteleuropa bislang nicht vorhandene Krankheitserreger würden dort die Menschen peinigen, die Zahl verheerender Unwetter würde dramatisch zunehmen und vieles andere Negative mehr. Das Sturmtief ›Kyrill‹, das Mitte Januar durch Europa tobte und allein in Deutschland vierzehn Menschenleben kostete, war vielleicht nur ein schwacher Vorbote einer solchen Entwicklung.

Selbst wenn die Menschheit durch diese beängstigenden Entwicklungsaussichten nicht vernünftig werden sollte und mit der extensiven Ausbeutung und Verbrennung fossiler Brennstoffe fortfahren würde, setzt dem die Endlichkeit der weltweit verfügbaren Reserven eine absehbare Grenze, die je nach Schätzung 35 bis 70 Jahre beträgt.

Auch die umstrittene Nutzung der Kernenergie bietet sich nicht als eine langfristige und ausreichende Alternative an, wenn man bedenkt, dass sich der gegenwärtige Anteil dieser Energieträger an der Deckung des Gesamtenergiebedarfs im einstelligen Prozentbereich bewegt und auch hier die Verfügbarkeit der Rohstoffe auf die kommenden 50 bis 70 Jahre beschränkt wäre.

Man kann es von allen Seiten betrachten, an der umfassenden Erschließung und Nutzung neuer, langfristig verfügbarer und umweltschonender Energiequellen geht kein Weg vorbei. Wenn man sich alle heute bekannten erneuerbaren Energiequellen ansieht, so stellt man leider leicht fest, dass deren praktische Nutzbarkeit zur Energiegewinnung gegenwärtig bei weitem nicht ausreicht, um die fossilen Energieträger im großen Stil zu ersetzen. Es kommt daher darauf an, diese alternativen Energiequellen in der gesamten Breite nutzbar zu machen, die technischen Systeme zur Umwandlung dieser Energieformen in nutzbare Energie zu perfektionieren und den Wirkungsgrad aller technischen Systeme immer weiter zu steigern, um unnötige Energieverluste zu minimieren. Gelänge dies alles, wäre es möglich, den Energiebedarf der Menschheit auf lange Sicht zu decken, denn die theoretisch verfügbare Energiemenge aller bekannten alternativen Energieformen zusammen reicht dazu bei weitem aus.

Neben der Sonnen- und Windenergie und der Wasserkraft stellt die Nutzung der Erdwärme (Geothermie) eine in den Augen der Öffentlichkeit weitgehend unbekannte Möglichkeit der Energieerschließung dar. Die häufig fehlende Aufmerksamkeit der breiten Öffentlichkeit steht dabei in keinem Verhältnis zu den potentiellen Möglichkeiten, die diese Energieform bietet: Mit den Vorräten an Erdwärme, die in unserem Planeten gespeichert sind, könnte im Prinzip – rechnerisch und theoretisch – der derzeitige weltweite Energiebedarf für über 100.000 Jahre gedeckt werden.

Der vorliegende Artikel soll eine Übersicht über einige bekannte Geothermieverfahren geben und konkret auf moderne Tiefbohrsysteme der Firma HERRENKNECHT eingehen, die zur Erschließung der Erdwärme Anwendung finden. Das süddeutsche Unternehmen ist seit vielen Jahren als Weltmarktführer für Tunnelbohrmaschinen bekannt und hat in seinem neuen Unternehmensbereich HERRENKNECHT Vertical die Tiefbohrtechnik mit einer Reihe von Erfindungen revolutioniert.

Das Thema mag sicher von hohem allgemeinen Interesse sein, aber die Frage nach der Relevanz zum Explosionsschutz muss in der Ex-Zeitschrift schon gestellt und beantwortet werden: Obwohl man es bei der Geothermie im Gegensatz zu den fossilen Energieträgern nicht mit brennbare Medien zu tun hat, die eine Explosionsgefahr in sich bergen, ist unter bestimmten Umständen der Explosionsschutz auch hier in großem Umfang erforderlich. Wie dieser konkret bei Tiefbohranlagen realisiert ist, wird ebenfalls beschrieben.

Geothermie

Als unsere Erde vor mehr als vier Milliarden Jahren durch Ansammlung und Verdichtung von Materie entstand, wurde dieser Vorgang durch eine Umwandlung von kinetischer Energie in Wärme begleitet. Diese Wärmeenergie hat sich aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit des Gesteins bis heute erhalten und kann als Restwärme aus der Zeit der Erdentstehung bezeichnet werden. Der Anteil dieser Wärmeenergie an Geothermie beträgt beachtliche 30–50 Prozent. Der Hauptanteil – also 50–70 Prozent – stammt aus radioaktiven Zerfallsprozessen im Erdinneren. Nah an der Erdoberfläche kommen Anteile aus der Sonneneinstrahlung und aus dem Wärmekontakt mit der Luft hinzu.

Die Temperatur im inneren Erdkern beträgt nach verschiedenen Schätzungen 4.500 °C bis 6.500 °C. Nahezu der gesamte Planet – nämlich 99 Prozent seines Volumens – besitzt eine Temperatur oberhalb von 1.000 °C, und auch der überwiegende Teil des verschwindend kleinen Rests weist eine Temperatur von mehr als 100 °C auf. Diese Tatsachen verdeutlichen, welche riesigen Enegiereserven im Erdinneren vorhanden sind. Verglichen damit nehmen sich die in sämtlichen fossilen Rohstoffen enthaltenen Energiemengen sehr bescheiden aus! Die Wärme aus den tieferen Teilen der Erde wird überwiegend durch Wärmeleitung, aber auch durch Konvektion in die für die Nutzung erreichbaren Tiefen transportiert. ➔

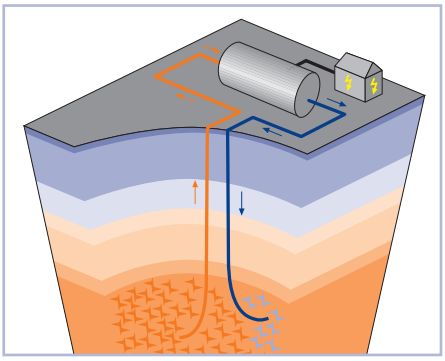


Bild 2: Prinzip des ›Hot Dry Rock‹ Verfahrens

Wegen der relativ geringen Wärmestromdichte wird bei der Geothermie nicht die aus dem Erdinneren nachströmende Energie, sondern die in der Erdkruste gespeicherte Energie genutzt. Dieses Faktum ist insofern bedeutsam, als wir es in der gegenwärtigen Form also wiederum mit einer endlichen Energiequelle zu tun haben. Die Ausbeutung dieser Quelle muss so dimensioniert sein, dass die Auskühlung des betreffenden Erdkörpers nur langsam voranschreitet und so die erreichbare Nutzungszeit der Anlage einen wirtschaftlichen Betrieb gestattet. Wegen der vielen negativen Erfahrungen, die in der Vergangenheit und Gegenwart mit der extensiven Nutzung fossiler Energiequellen gemacht wurden und werden, sollte man sich auch bereits zu Beginn einer verbreiteten Nutzung von Erdwärme mit allen möglichen Konsequenzen für die Umwelt auseinandersetzen!

Fast überall hat das Erdreich in einem Kilometer Tiefe eine Temperatur von 35 °C bis 40 °C. Unter besonderen geologischen Bedingungen, wie z. B. in gegenwärtigen oder früheren Vulkangebieten, kann die Temperatur allerdings auch schon in geringer Tiefe viele hundert Grad Celsius erreichen.

Bei der Nutzung der Geothermie als Energiequelle zur Erzeugung von Wärme und Strom wird unterschieden zwischen der

- oberflächennahen Geothermie zur direkten Nutzung mittels Wärmepumpen und der
- tiefen Geothermie zur direkten Nutzung oder auch Stromerzeugung.

Weiterhin unterscheidet man in Abhängigkeit von der Lagerstättentemperatur zwischen Hochenthalpie- und Niedrigenthalpie-Lagerstätten.

Zur Erschließung der in der Tiefe der Erde lagernden Energiequellen muss man in nahezu sämtlichen Fällen Tiefbohrungen vornehmen. Diese Bohrungen sowie die fertige Gesamtanlage fallen in Deutschland unter den Geltungsbereich des Bundesbergwerkgesetzes.

Trotz ausgefeilter seismologischer Erkundungsverfahren ist die Beschaffenheit der durch die Bohrung zu passierenden Erdschichten nicht vollständig ermittelbar. Kleinere Lagerstätten mit brennbaren Medien sind ab einer bestimmten Bohrtiefe nicht feststellbar und können eine potentielle Gefahr für die mit der Bohrung beschäftigten Mitarbeiter sowie für die Anwohner darstellen, insbesondere wenn man bedenkt, dass Geothermieanlagen durchaus in der unmittelbaren Nähe bewohnter Gebiete errichtet werden.

Aus diesem Grund legt das Bundesbergwerkgesetz fest, dass ab einer Bohrtiefe von 400 m für die Bohranlagen Explosionsschutz vorgeschrieben ist. Ab dieser Grenze spricht man von der ›tiefen Geothermie‹. Im Folgenden beschränken wir uns auf die Beschreibung der hier angewandten Technologien zur Wärmegewinnung.

Tiefe Erdwärmesonde

Die tiefe Erdwärmesonde ist ein geschlossenes System zur Erdwärmegewinnung. Dabei wird durch ein 2.000 bis 3.000 m langes koaxiales Rohr im Ringraum der Bohrung das Medium zur Aufnahme der Erdwärme (meist Wasser) in die Tiefe gepumpt und nimmt dabei Erdwärme von außen auf. Anschließend wird das erwärmte Fluid in einer dünneren angehängten Steigleitung nach oben gepumpt. An der Oberfläche wird über Wärmetauscher die aufgenommene Wärmemenge entnommen und in Nah- und Fernwärmenetze eingespeist oder als Prozesswärme in der Industrie und zur Stromerzeugung verwendet. Der Vorteil des Verfahrens besteht darin, dass es sich um einen geschlossenen Kreislauf handelt, bei dem kein Stoffaustausch mit dem Untergrund stattfindet und somit geochemische Prozesse vermieden werden. Dies erlaubt die Errichtung einer solchen Geothermieanlage an nahezu jedem Standort. Nachteilig ist, dass die geringe Kontaktfläche zwischen der Trägerflüssigkeit und den Wärmequellen die aufzunehmende Wärmemenge stark limitiert und dass ein Großteil der aufgenommenen Wärme beim Aufsteigen wieder verloren geht. Dadurch beträgt die Entzugstemperatur einer solchen Anlage lediglich einige hundert Grad Kelvin.

Hydrothermie

Für die hydrothermale Geothermie werden in großen Tiefen natürlich vorkommende Thermalwasservorräte, so genannte Heißwasser-Aquifere (wasserführende Schichten) angezapft. Das heiße Tiefengrundwasser wird mittels einer oder mehrerer Bohrungen an die Oberfläche gefördert. Dort wird in Wärmetauschern Wärme entzogen und das abgekühlte Wasser wird anschließend wieder dem Grundwasser zugeführt.

Aus Wasser in Tiefen von bis zu 3.000 m und mit Temperaturen von 100 °C bis 150 °C kann eine elektrische Leistung von bis zu 5 MW erzeugt werden.

Der Vorteil des Verfahrens ist, dass die hydraulischen Verhältnisse im Untergrund unverändert bleiben und die stark mineralisierten Wässer nicht in die Umwelt gelangen. Der Nachteil besteht darin, dass das Verfahren an ausgewählte Gebiete mit speziellen geologischen Verhältnissen gebunden ist. So sind in Deutschland die erforderlichen hydrothermalen Verhältnisse relativ rar und auf den Oberrheingraben, das süddeutsche Molassebecken und das norddeutsche Becken beschränkt.

Petrothermale Systeme

Gesteine in größerer Tiefe weisen eine hohe Temperatur auf (Hot Dry Rock). In Tiefen von 4.000 bis 6.000 m herrschen Temperaturen von bis zu 200 °C. Zur Erschließung dieser energiereichen Schichten wird zunächst über eine Injektionsbohrung Wasser mit hohem Druck in das tief liegende heiße Gestein gepresst (Bild 2). Dadurch werden die vorhandenen Risse und Klüfte erweitert und überhaupt erst in ausreichender Menge hergestellt. Mit diesem als

›Hydraulik fracturing‹ bezeichneten Verfahren wird die Gesamtdurchlässigkeit des Gesteins erhöht und damit die notwendige Wärmeaustauschfläche geschaffen. Es entsteht ein Wärmeaustauscher mit einer Ausdehnung von vielen Kubikmetern.

Anschließend wird eine zweite Bohrung – die sogenannte Produktionsbohrung – abgeteuft. Das über die Injektionsbohrung in die tiefen heißen Gesteinsschichten eingepresste Wasser erhitzt sich im riesigen unterirdischen natürlichen Wärmetauscher und wird anschließend über die Produktionsbohrung an die Erdoberfläche gepumpt. Dort wird die heiße Flüssigkeit in einem technischen Wärmetauscher zur Erzeugung von Strom und Nutzwärme abgekühlt. Durch die Verwendung von Mischungen aus Ammoniak und Wasser als Arbeitsmedium wird der Siedepunkt der Flüssigkeit so eingestellt, dass eine direkte Ankopplung des Kreislaufs an Dampfturbinen zur Stromgewinnung möglich ist (Kalina-Prozess).

Der Vorteil des Hot Dry Rock Verfahrens besteht darin, dass man mit der Wahl der Standorte wesentlich freier ist als bei der Hydrothermie. Nachteilig sind die notwendigen Veränderungen der geologischen Struktur in den tiefen Erdschichten. Diese können unter Umständen zu ernstzunehmenden Gefährdungen von Anwohnern und Umwelt führen, wie zuletzt im Rahmen einer Bohrung im Raum Basel geschehen, die am 8. Dezember 2006 ein Erdbeben der Stärke 3,4 und weitere Folgebeben auslöste. Glücklicherweise mussten dabei kaum ernsthafte Schäden verzeichnet werden, aber es wurde deutlich, wie sorgfältig man die Installation eines Petronalen Systems vorbereiten und durchführen muss. Grundsätzlich sind sich die Experten aber einig, dass das Verfahren an sich keine Gefahr birgt, Erdbeben einer derartigen Stärke auszulösen. Es müssen dazu weitere ungünstige geologische Bedingungen hinzukommen, die in der Erkundungsphase erkannt und bei der Planung berücksichtigt werden können.

Tiefbohranlagen zur Erschließung der Erdwärme

Wie oben geschildert, müssen – bevor es zur Nutzung der Energie aus der Tiefe zur Wärmegewinnung oder Stromerzeugung kommen kann – mehrere Bohrungen bis zu Tiefen von 6.000 m angebracht werden. Die grundsätzliche Technologie ist nicht neu: schließlich ermöglicht das Bohren durch die oberflächennahen Erdschichten seit vielen Jahrzehnten die Förderung von Erdöl und Erdgas auf dem Festland und auf dem Meeresboden. Für die Erschließung geothermischer Energieressourcen sind allerdings deutlich veränderte Randbedingungen vorgegeben, die bei der Gestaltung der Bohranlagen beachtet werden müssen. ➔

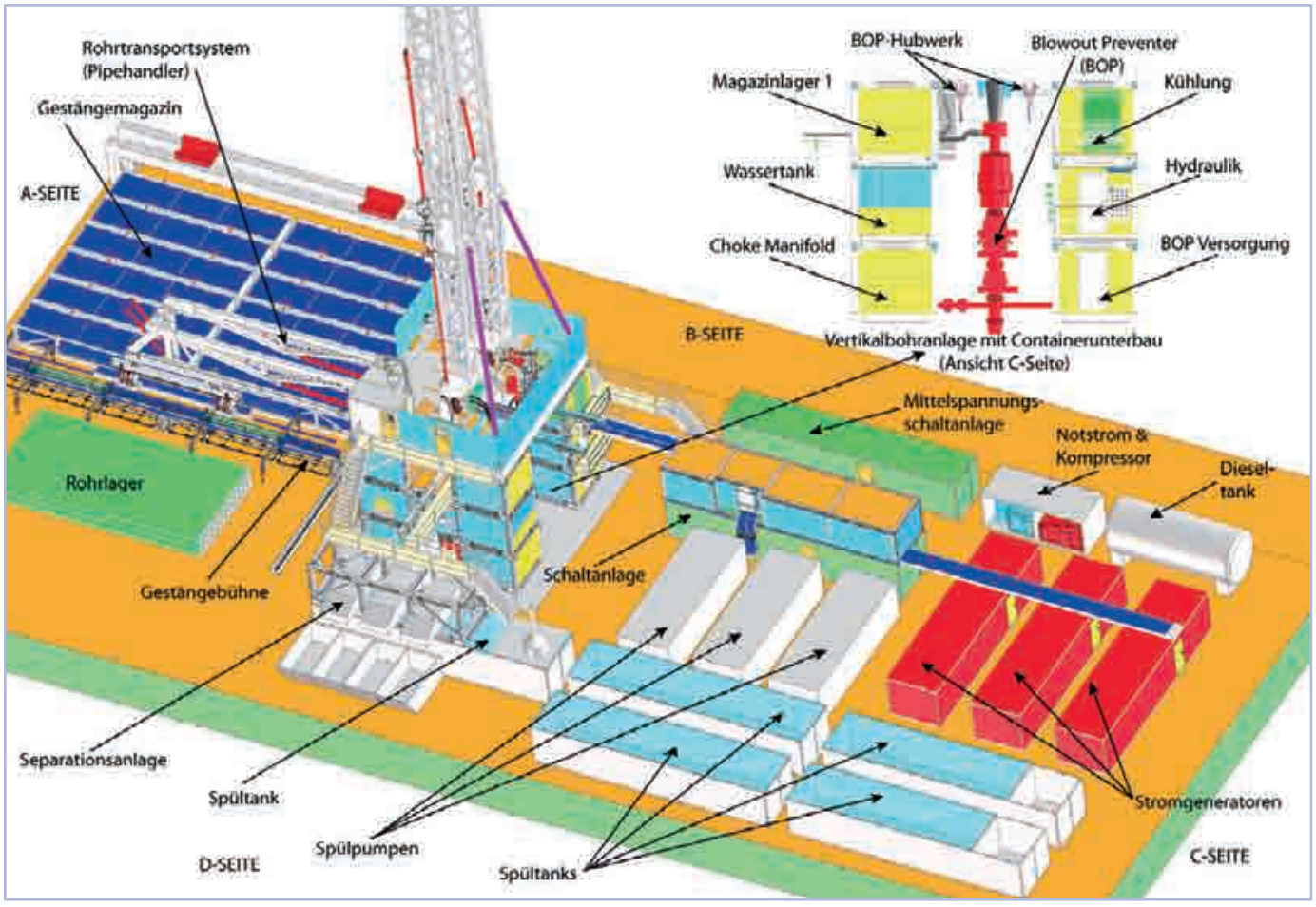


Bild 3: Bohrplatzübersicht Kernanlage HERRENKNECHT Vertical

Bild 4: Zoneneinteilung Arbeitsbühne und Unterbau

Der wichtigste Unterschied besteht darin, dass die Bohrungen für Geothermieanlagen häufig in unmittelbarer Nähe zu dicht besiedelten Gebieten angebracht werden müssen und dass eine sehr große Anzahl solcher Bohrungen erforderlich sind, um den benötigten Energiebedarf zu decken. Während die technologische Entwicklung bei der Förderung fossiler Brennstoffe auf die Erschließung von Lagerstätten in immer extremeren Lagen, wie der Tiefsee, in einer Tiefe von einigen tausend Metern unter der Meeresoberfläche oder in der sibirischen Permafrostregion abzielt, kommt es bei den Tiefbohrverfahren der Geothermie vor allem auf eine hohe Arbeitssicherheit und auf eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit an, um die Belastung für die Umwelt so gering wie möglich zu halten. Insofern lag es nahe, dass das deutsche Unternehmen HERRENKNECHT, das seit vielen Jahren Technologie- und Weltmarktführer bei Tunnelvortriebmaschinen ist, sich auch der Tiefbohrtechnik zuwandte, bei der ähnliche Anforderungen wie beim Tunnelbau gestellt werden. Das im Jahr 2005 gegründete Unternehmen HERRENKNECHT Vertical GmbH konnte in die ersten entwickelten und errichteten Anlagen viele technische Errungenschaften aus der Tunnelbohrtechnik übernehmen, so z. B. ein optimiertes Sicherheitskonzept (Hand-Off-Technologie), ein flexibles Energiemanagement sowie technisch ausgeklügelte Konzepte in Form von Zylinderhebewerken und integrierten Schallschutzmaßnahmen.

Bild 3 zeigt eine schematische Übersicht der Tiefbohranlage ›Hot Rock 1‹. Neben dem Bohrturm erkennt man als weitere Grundbestandteile der Anlage die Stromversorgung mit dem Dieseltank, den Stromgeneratoren und der Schaltanlage. Das beim Bohrvorgang gelöste Erdreich und Gestein muss mit einer Bohrflüssigkeit abtransportiert werden. Die Bohrflüssigkeit wird in den Spültanks gelagert, während des Bohrens in das Bohrloch gefördert und mit dem gelösten Material in der Separationsanlage wieder gereinigt. Zu explosionsgeschützten Dekandern zur Reinigung von Bohrflüssigkeiten siehe auch Ex-Zeitschrift 35/2003, Seite 50. Die vielen zur Bohrung in mehrere tausend Meter Tiefe erforderlichen Rohre werden im Rohrlager aufbewahrt (da die Länge eines Einzelrohres 19 m beträgt, benötigt man bei einer Bohrtiefe von 5.000 m immerhin ca. 270 Einzelrohre). In Bild 4 ist die Zoneneinteilung des explosionsgefährdeten Bereiches im Zonenplan dargestellt. Man erkennt, dass der Bereich der Arbeitsbühne mit dem Bohrturm sowie die Separationsanlage mit Teilen der Spültanks als Zone 1 eingestuft sind. Der die Zone 1 umgebende Bereich (ca. 5 m) wird als Zone 2 eingestuft. Rohrlager, Energieversorgungseinheit und große Teile der Lagertanks für die nicht brennbare Spülflüsigkeit befinden sich außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches.

Die Anlage benötigt nur einen verhältnismäßig kleinen Bohrplatz, der später, nach Einbringen der Bohrung, für andere Zwecke genutzt werden kann. Sie ist für eine Hakenlast von 350 Tonnen ausgelegt. Abhängig vom Bohrungsdurchmesser können Bohrungen bis zu 7.000 m Tiefe ausgeführt werden, wobei die Ausbaugeschwindigkeit bis zu 500 Meter pro Stunde beträgt. Dazu ist eine Antriebsleistung von 2.000 Kilowatt erforderlich, die je nach Erfordernis entweder nur aus dem Stromnetz oder von einem Generator oder mit Netzbetrieb und Generatorunterstützung aufgebracht wird.

Das Herzstück der Anlage ist der Bohrturm mit dem Containerunterbau. In diesem Unterbau sind die Hydraulikanlage, Wassertanks, Kühlungstechnik, sowie die Steuerung des Prozesses untergebracht. Während herkömmliche Bohranlagen ähnlich wie ein Kran funktionieren, wobei das neu zu ergänzende Rohrstück von der Turmspitze aus nach oben gezogen wird, um anschließend manuell justiert und mit dem Bohrstrang verbunden zu werden, erfolgt bei der Hot Rock-Anlage dieser Vorgang vollkommen mechanisiert und weitestgehend automatisiert.

Bild 1 zeigt einen Blick in Richtung der Bohrturmspitze. Links im Bild ist der so genannte ›Pipe-Handler‹ zu erkennen, der gerade ein neues Rohrstück zuführt. Um Platz dafür zu schaffen, wird der obere Teil des Bohrturms mittels eines Zylinderhebewerkes, welches in der Bildmitte zu erkennen ist, nach oben gefahren. Das Rohr wird oben mit dem an der Lasttraverse montierten Lastdrehkopf (›Top

Bild 5: Iron Roughneck

Bild 6: Steuerung der Rohrverlängerung mittels Joystick und anderer Bedientechnik

Drive‹) verbunden und am unteren Teil mittels einer speziellen Anlageneinheit ›Iron Roughneck‹ (Bild 5) zum Bohrstrang justiert und mit diesem über ein hohes Drehmoment verbunden. Anschließend kann der Bohrvorgang fortgesetzt werden, wobei der Vorschub über das Zylinderhebewerk erfolgt. Ein großer Nachteil herkömmlicher Anlagen ist, dass hier der gesamte Prozess der Verlängerung des Bohrgestänges manuell abläuft. Beim Einhängen, Justieren und Verschrauben des Ergänzungsrohres handelt es sich um eine körperlich sehr schwere und gefährliche Arbeit, bei der häufige Arbeitsunfälle an der Tagesordnung sind. Dieses Thema existiert in der Hot Rock-Anlage nicht mehr. Der Bediener sitzt im Fahrstand und steuert den Vorgang von dort aus mittels Joystick und anderer Bedientechnik (Bild 6).

Die gesamte Prozessautomatisierung der Anlage erfolgt über 4 Remote I/O-Systeme vom Typ IS1 der Firma R. STAHL. Diese sind dezentral in der Zone 1 angeordnet und kontrollieren mehrere hundert Signale (Bild 7). Die Steuerung der Niederspannungstechnik in der Anlage erfolgt über verschiedene dezentral angeordnete Steuerungen und Verteilungen (Bild 8).

Da die Bohrarbeiten häufig rund um die Uhr erfolgen, wird auch auf eine effektive Beleuchtung in der Anlage Wert gelegt. Bild 9 zeigt einen Blick auf die Separationsanlage mit explosionsgeschützten Langfeldleuchten vom Typ EXLUX 6000, Scheinwerfern und der dazugehörigen explosionsgeschützten Lichtverteilungsanlage.

Das Gesamtkonzept der Anlage ist schwerpunktmäßig auf die Gewährleistung der Sicherheitsaspekte ausgelegt. Verschiedene Betriebsarten, die in die Anlage integriert sind, sorgen mit neuartigen innovativen Prozesslösungen, wie beispielsweise dem ›pipe handler‹, für eine große Prozesssicherheit. Wert wurde ebenfalls auf eine hohe Bohrlochsicherheit gelegt. So ist u.a. sichergestellt, dass im Falle einer Havarie das unkontrollierte Austreten von gefährlichen Medien aus dem Erdinneren innerhalb von Sekundenbruchteilen durch einen sicheren und stabilen Verschluss des Bohrlochs verhindert wird. Die Arbeitssicherheit wurde durch die weitgehende Mechanisierung und Automatisierung der Prozessabläufe stark erhöht.

Ausblick

In Deutschland wurde im Jahr 2004 eine Leistungsabgabe aus Geothermiequellen von 0,178 GW erzielt. Dies entspricht einem sehr bescheidenen Anteil von 0,04 % des gesamten Primärenergieverbrauches. 2005 arbeiteten in Deutschland rund 10.000 Menschen direkt oder indirekt für die geothermische Energieversorgung, und man rechnet in der Branche mit einem jährlichen Wachstum von 14 %. Die eingangs beschriebene Entwicklung und weitere beängstigende Szenarien werden die Diskussion über die Notwendigkeit eines Umdenkens in der weltweiten Energiepolitik weiter entfachen und die Suche nach alternativen Quellen zur Deckung des Energiebedarfs beschleunigen.

Dass die Geothermie dazu als ernstzunehmende Möglichkeit zu betrachten ist, beweist das Beispiel Schwedens. Obwohl geologisch benachteiligt, wird dank einer konsequenten Umweltpolitik und Öffentlichkeitsarbeit bereits eine beachtliche Leistungsabgabe von 1,14 GW vorwiegend zum Heizen erreicht.

Setzt sich diese Entwicklung weiter fort, ergeben sich sehr gute Perspektiven für die Geothermie und damit verbunden für die Tiefbohrtechnik der Firma HERRENKNECHT Vertical mit Explosionsschutz von R. STAHL.

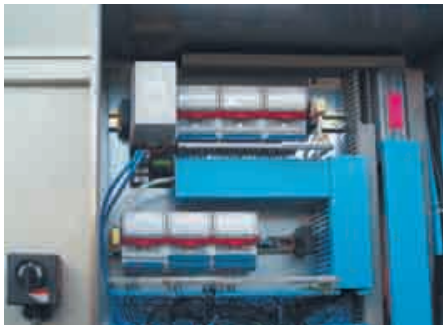


Bild 7: Prozessautomatisierung der Anlage erfolgt über 4 Remote I/O-Systeme IS1

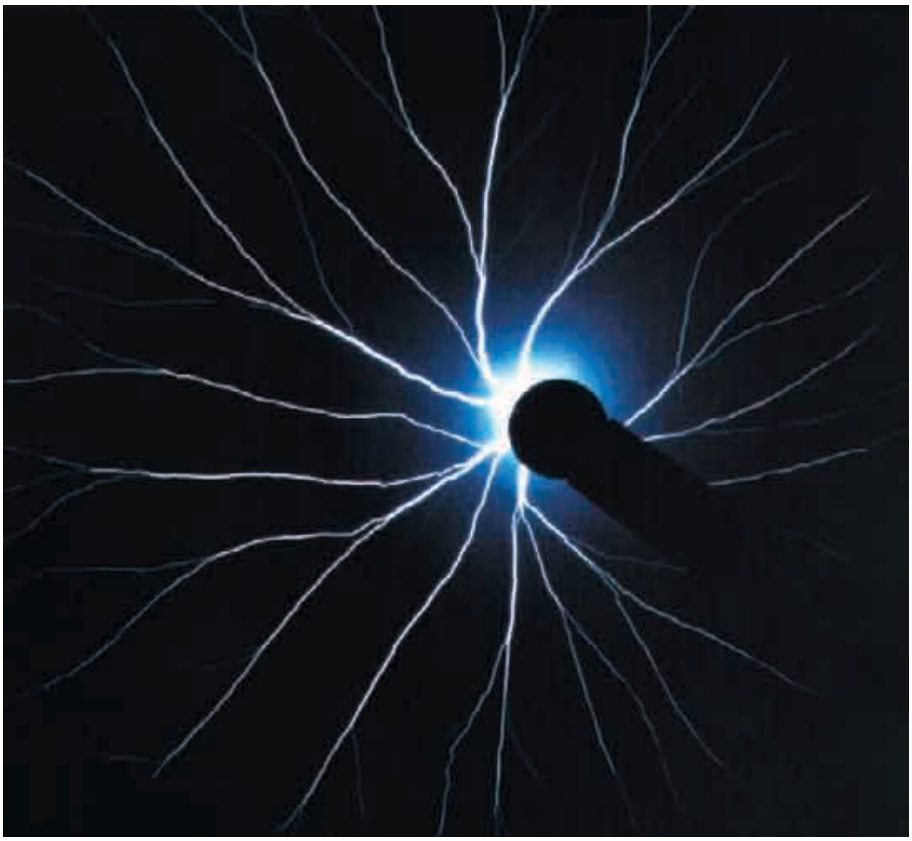
Bild 8: Verschiedene dezentral angeordnete Steuerungen und Verteilungen in druckfestem Gehäuse

Bild 9: Effektive Beleuchtung während der Bohrarbeiten mit explosionsgeschützten Leuchten EXLUX 6000 für Zone 1

Physikalische Zündvorgänge

Bewertung der Zündwirksamkeit elektrostatischer Entladungen ohne Zündversuche mit brennbaren Gasen oder Stäuben

von Ulrich von Pidoll



Elektrostatische Aufladung, die bei Trennvorgängen oder durch Reibung isolierender Oberflächen bei vielen Produktionsprozessen entsteht, kann bei Entladung zur Zündung explosionsgefährlicher Atmosphäre führen. In explosionsgefährdeten Bereichen müssen daher Maßnahmen ergriffen werden, die zündwirksame Entladungen verhindern. So werden z. B. beim elektrostatischen Beschichten Hochspannungselektroden mit begrenzter Entladeenergie eingesetzt oder nichtleitende Kunststoffoberflächen durch Strukturierung oder Beimischung eines leitfähigen Stoffes antistatisch ausgerüstet. Für die Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen muss die Wirksamkeit dieser Maßnahmen nachgewiesen werden (siehe CENELEC TR 50404:2003, Abschnitt 4.4.3) [1].

Es wird eine neue Methode vorgestellt, mit der die Zündwirksamkeit von elektrostatischen Entladungen ohne experimentelle Zündversuche mit brennbaren Gasen oder Stäuben bestimmt werden kann. Dabei wurden bei bisher mehr als 100 Vergleichstests an elektrostatischen Handsprüheinrichtungen, Kunststoffflächen, textilen Geweben nahezu immer übereinstimmende Ergebnisse zwischen der neuen elektrischen und der bisherigen experimentellen Testmethode festgestellt.

Bild 1: Experimenteller Zündversuch zum Nachweis der Wirksamkeit von Zündschutzmaßnahmen

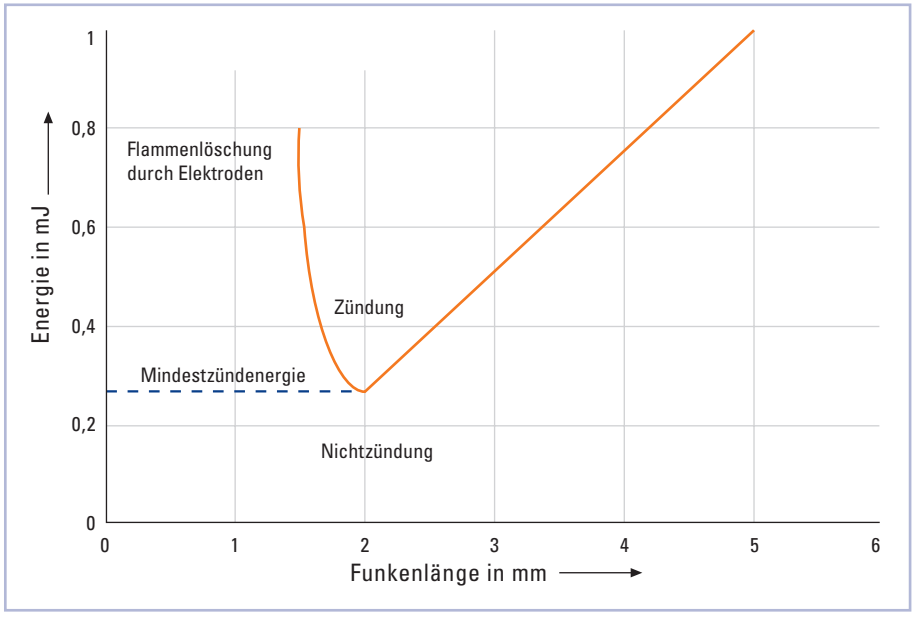


Bild 2: Zündenergie als Funktion der Funkenlänge

Bisherige Testmethode

Das zu prüfende Teil wird in einem Testgas, dessen Zündwirksamkeit der explosionsfähigen Atmosphäre beim Einsatz des Produkts entspricht, angeordnet. Anschließend werden Entladungen zu einer geerdeten Kugelelektrode von 25 mm Durchmesser provoziert. Die Zündprüfung gilt als bestanden, wenn innerhalb von 20 min keine Entzündung des Testgases auftritt (Bild 1). Diese Testmethode hat den Nachteil, dass der Prüfer mit dem Prüfobjekt ohne Hörkontakt und nur mit eingeschränkter Sicht und Beweglichkeit im Gasgemisch hantieren muss. Hierdurch können Leckagen auftreten. Trotz erheblichem experimentellem Aufwand ist das Prüfergebnis nur eine ja/nein Entscheidung, die bei einer Wiederholung des Experiments zur genau entgegen gesetzten Beurteilung führen kann. Dies ist unbefriedigend und hat zu der Entwicklung quantitativer elektrischer Messmethoden geführt, deren Ergebnisse mit einem Grenzwert verglichen werden können. ➔

Bild 3: Handelsübliche Nadelelektrode an einem Hochspannungsstick von –70 kV

Bild 4: Aufladung mit der Nadelelektrode und anschließend Messung der übertragenen Ladung Q mit einem Coulombmeter

Neue Testmethode

Schon bei den ersten Experimenten bezüglich der Zündwirksamkeit von Hochspannungsentladungen Ende des 19. Jahrhunderts wurde festgestellt, dass die Energiedichte eines Funkens, d. h. die Energie $[0{,}5 \cdot C \cdot U^2]$ pro Funkenlänge l, seine Zündwirksamkeit beschreibt. Gemäß dem Paschengesetz ist ferner U proportional zu l. Kombiniert man beide Gleichungen, so erhält man:

Zündwirksamkeit =

$$\text{const} \cdot C \cdot U = \text{const} \cdot Q = \text{const} \cdot \int I\,dt$$

wobei C die Kapazität des Entladekreises, U die Spannung am Entladekreis, Q die von der Entladung übertragene Ladung und I den Entladestrom darstellt. C, U und const können aus bereits veröffentlichten Mindestzündenergiemessungen entnommen werden (Bild 2). Die folgenden Grenzwerte für die Ladung wurden festgelegt in CENELEC TR 50404, EN 13463 [3] und für die unterschiedlichen Explosionsgruppen in IEC/EN 60079-0 [2]:

- I: 60 nC
- IIA: 60 nC
- IIB: 30 nC
- IIC: 10 nC

Diese Grenzwerte ermöglichen es, statt eines Versuches mit einem Testgasgemisch, die elektrische Messung der von der Entladung übertragenen Ladung heranzuziehen. Hierbei zeigte es sich sogar, dass bei Gasen und Dämpfen der Zündgrenzwert unabhängig vom Typ der Entladungsform ist.

Messung mit dem Coulombmeter

Zur Messung wird zuerst das zu untersuchende Prüfmuster im Trockenklima (23 °C, < 30 % relative Luftfeuchte) akklimatisiert. Anschließend wird das Prüfmuster nach drei verschiedenen Verfahren aufgeladen: z. B. Reiben mit einem Filztuch, Schlagen mit einem Lederhandschuh und Aufsprühen von Elektronen. Letztere Methode darf nicht angewendet werden bei ungeerdetem leitfähigem Kunststoff, bei leitfähig hinterlegtem Kunststoff und bei stark konkav geformten Prüfmustern (z. B. Innenseite von Rohren, Innenseite von Verschlusskappen). Ein entsprechendes Gerät mit einer Nadelplatte mit 100 Nadeln ist handelsüblich (Bild 3). Die Nadelplatte wird einfach auf das Prüfmuster aufgesetzt, dann die Hochspannung von –70 kV angelegt und das Gerät nach einigen Sekunden im eingeschalteten Zustand vom Prüfmuster entfernt.

Anschließend wird die Kugelelektrode des Coulombmeters der durch Reibung bzw. Hochspannung möglichst hoch aufgeladenen Fläche genähert, bis eine einzige Büschelentladung hörbar überspringt. Daraufhin wird das Coulombmeter aus dem verbleibenden elektrischen Feld gezogen, der angezeigte Wert in nC abgelesen und mit den zulässigen Grenzwerten verglichen. Diese Vorgehensweise ist notwendig, um Störungen durch in die Kugel induzierte Spannungen zu kompensieren (Bild 4). Bei modernen Coulombmetern mit eingebautem Mikroprozessor ist dies nicht mehr nötig, hier wird automatisch der richtige Messwert angezeigt und eingefroren.

Zweckmäßigerweise führt man einen Parallelversuch mit einer PTFE-Scheibe mit definierter Fläche (z. B. 100 cm²) durch, um systematische Messfehler (z. B. durch falsche Klimatisierung) zu erkennen. Dabei ist zu beachten, dass bestimmte

Bild 5: Kugelelektrode mit angeschlossenem koaxialen 0,25 Ohm Nebenschlusswiderstand, welcher an den Eingang eines Oszilloskops angeschlossen wird

Bild 6: Funkenüberschlag von einer elektrostatischen Handsprüheinrichtung zur Probenelektrode

Kunststoffmaterialien, auf welche Elektronen gesprüht werden, mit der Zeit ihre Aufladbarkeit verlieren.

Messung mit dem Oszilloskop

Das beschriebene Messverfahren mit einem Coulombmeter ist für die Beurteilung textiler Fasern nur bedingt geeignet, da hier unter Umständen Mehrfachentladungen auftreten können, welche die gemessene übertragene Ladung falsch erscheinen lassen. Ferner ist die Messung mit einem Coulombmeter nicht zur Beurteilung von Entladungen von einer auf Hochspannung liegenden Elektrode geeignet, da hier ebenfalls Mehrfachentladungen auftreten können.

Für diese Fälle wird das Verfahren dahingegen modifiziert, dass statt des Coulombmeters eine Kugelelektrode (Bild 5 und 6) mit eingebautem Shunt (Widerstand um 0,25 Ohm, Grenzfrequenz größer 500 MHz) verwendet wird, welche mit einem Oszilloskop (mind. 1 Gigasample/s, mind. 300 MHz Bandbreite, 50 Ohm Eingang, mathematische Integrationsfunktion) über ein hochwertiges 50 Ohm Kabel verbunden ist. Die mathematische Funktion wird dabei so programmiert, dass das Oszilloskop das Messergebnis

$$\frac{1}{R} \cdot \int I dt$$

(R = Shuntwiderstand in Ohm), d. h. die übertragene Ladung in nC, direkt anzeigt. Dabei lassen sich auch aus dem angezeigten Stromverlauf Rückschlüsse über die Art der Entladung ziehen. In den Bildern 7 bis 10 sind entsprechende Kurven des Stromverlaufs für unterschiedliche Entladungsformen dargestellt.

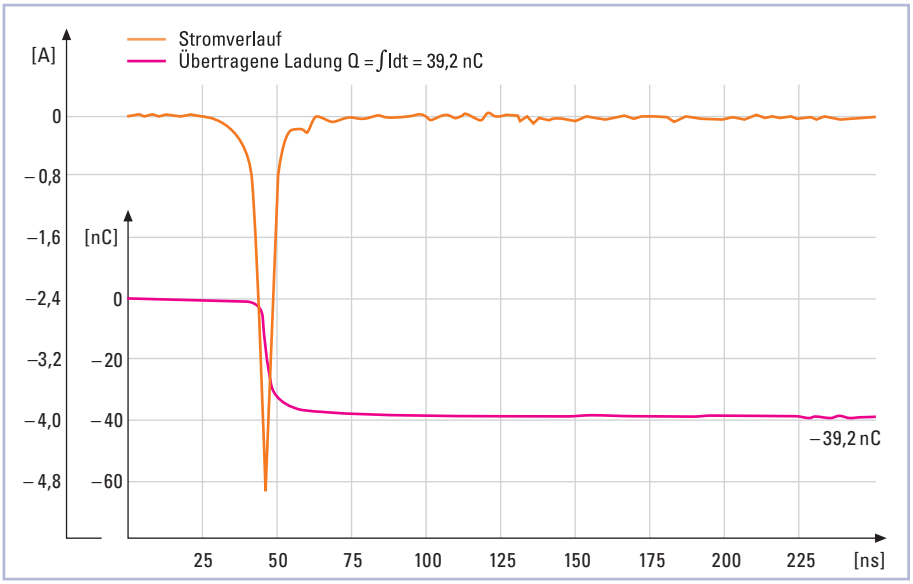


Bild 7: Stromverlauf einer Funkenentladung von einer kleinen induktionsfreien Kapazität

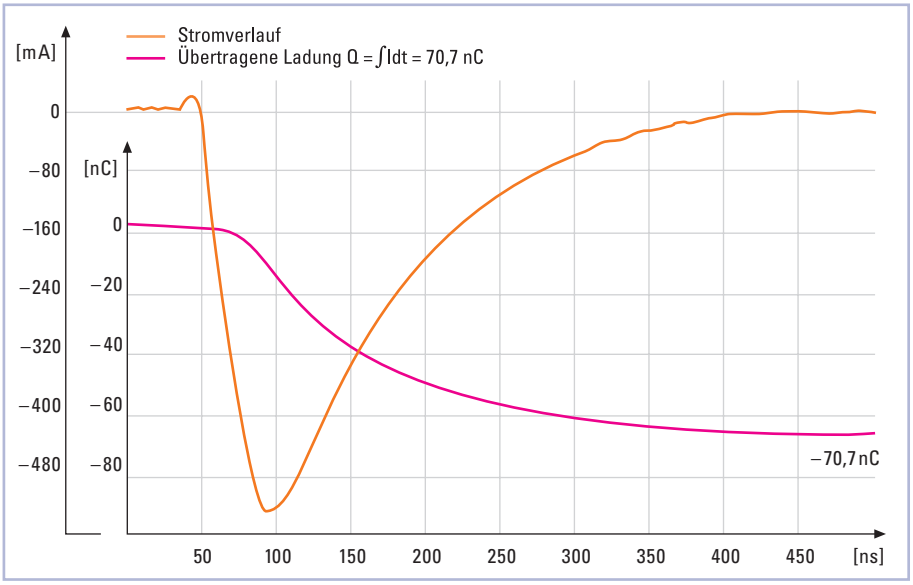


Bild 8: Stromverlauf einer Büschelentladung von einer isolierenden Kunststoffoberfläche

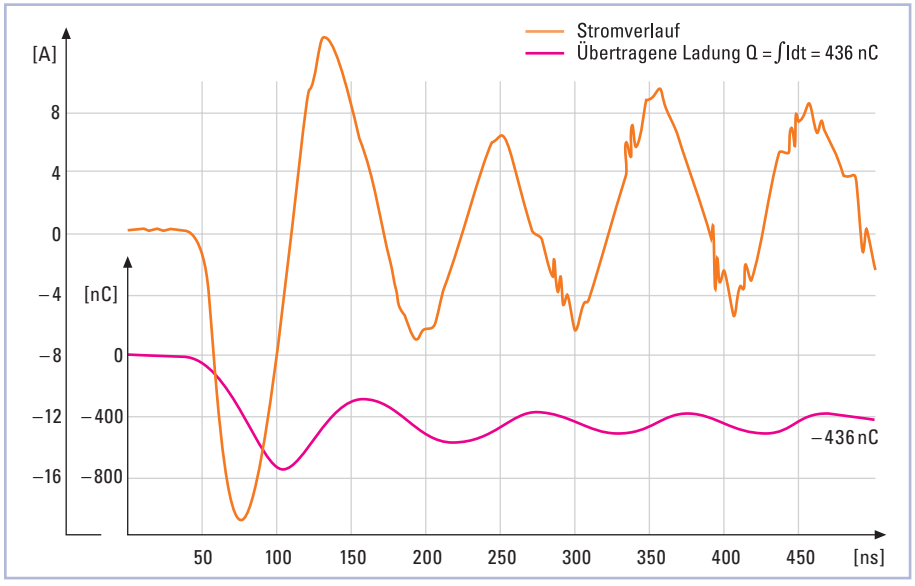


Bild 9: Stromverlauf einer Entladung aus einem gewickelten Kondensator

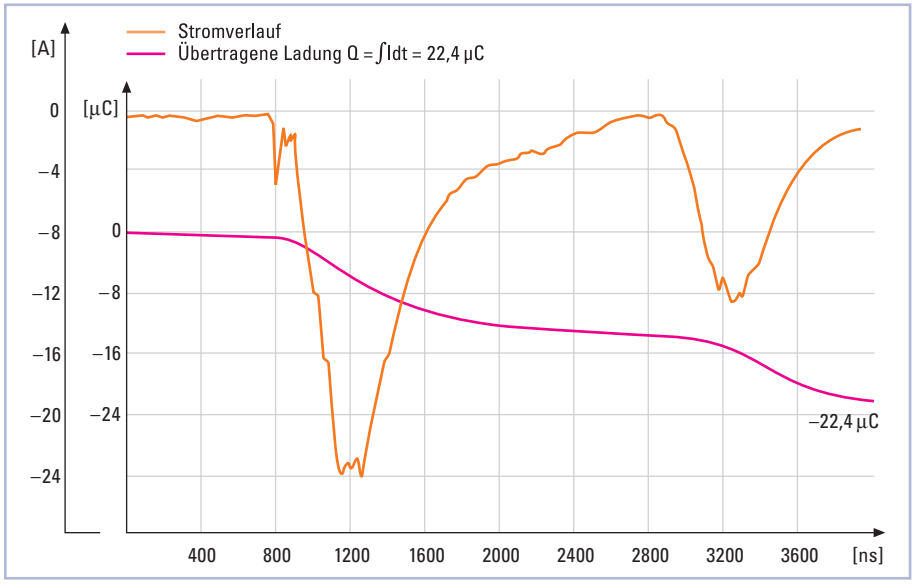


Bild 10: Stromverlauf einer Gleitstielbüschelentladung
Die tatsächliche Ladung ist höher, da weitere Entladungen außerhalb der Oszilloskopanzeige vorliegen

Literaturhinweise

[1] CLC TR 50404:2003
Electrostatics – Code of practice for the avoidance of hazards due to static electricity

[2] IEC/EN 70069-0:2003
Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche Teil 0: Allgemeine Anforderungen

[3] EN 13463-1 2002.04
Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Teil 1: Grundlagen und Anforderungen

[4] U. von Pidoll
Testing products and processes with regard to electrostatic hazards. Proceedings IEJ/ESA Joint Symposium on Electrostatics, Tokyo 7.–10. Nov. 2004, 245–254

[5] U. von Pidoll, E. Brzostek und H.-R. Fröchtenigt: Determining the incendivity of electrostatic discharges without explosive gas mixtures. IEEE Transactions on Industry Applications, 40 (2004), 1467–1475

[6] U. von Pidoll
The ignition of clouds of sprays, powders and fibers by flames and electric sparks. Journal of loss prevention in the process industries, 14 (2001), 103–109

Funkbetrieb in explosionsgefährdeten Bereichen

von Stephan Schultz

Bild 1: Typisches Umfeld für den Einsatz von Wireless Lösungen in der Prozessindustrie

Warum die Funkübertragung immer attraktiver wird

In unserem privaten Umfeld ist der Einsatz von Funk schon lange nichts Ungewöhnliches mehr. Allen voran hat der Mobilfunk mit dem bekannten Standard GSM die Welt im Sturm erobert, und selbst größte Skeptiker nennen heute ein solches Gerät ihr eigen.

Die Übertragung von Daten per Funk wurde jedoch erst mit der Einführung von WLAN (Wireless Local Area Network) und Bluetooth zu einem Massenphänomen. Die zunehmende Verbreitung von mobilen Computern, kombiniert mit dem Wunsch, über das Internet zu kommunizieren und verschiedenes Computerzubehör drahtlos einzusetzen, führte zur Einführung und Standardisierung dieser Technologien. Aufgrund der Kompatibilität mit Ethernet (IEEE 802) kann WLAN einfach in bestehende Netzwerkstrukturen integriert werden. Es hat aufgrund dieser Tatsache längst den Bürobereich und auch unser privates Umfeld erobert. Einem weiterer Vertreter dieser neuen Technologien stellt Bluetooth dar. Dieses Funkverfahren wurde anfangs vor allem für die Kommunikation von Zubehör rund um den PC und das Mobiltelefon eingesetzt. Sowohl WLAN als auch Bluetooth haben mittlerweile ihre Tauglichkeit im tagtäglichen Einsatz bewiesen. Dies hat zu wachsendem Vertrauen und weltweiter Verbreitung geführt – eine Erfolgsstory also. Was liegt da näher, als das Einsatzgebiet auf industrielle Umgebungen auszuweiten. Es stellt sich jedoch die Frage, welche neuen Herausforderungen mit diesem Schritt verbunden sind.

Anwendungen bei industriellen Prozessen

Wie bei jeder neuen Technologie stellt sich für den Anwender auch beim Thema Funkübertragung die Frage, wo und wie man diese Technologie wirtschaftlich sinnvoll einsetzen kann, mit anderen Worten: Wo bringt mir der Einsatz der Funkübertragung soviel Nutzen, um die notwendigen Investitionen zu rechtfertigen. Wenn man die Funkübertragung als Kabelersatz einsetzen möchte, dann muss sich diese Lösung dem Vergleich zu den alternativen drahtgebundenen Übertragungstechniken stellen.

Die Funkübertragung ermöglicht jedoch auch, völlig neue Prozesse in der Fertigung einzuführen, an die bisher aufgrund der Begrenzungen der drahtgebundenen Technik nicht zu denken war. Ein Beispiel ist der Einsatz von mobilen Bediengeräten mit Funkschnittstellen für die Vereinfachung von Wartung und Inbetriebnahme. Es ist deshalb sinnvoll, zunächst die Abläufe in der Fertigung genau unter die Lupe zu nehmen, um mögliche Anwendungsfelder zu identifizieren. Im Rahmen dieses Beitrags sollen die möglichen Anwendungsfelder der Prozessindustrie näher beleuchtet werden.

- In der Logistik
  Im Bereich der Logistik ist die korrekte und schnelle Erfassung der Warenströme von großer Bedeutung. Ein Großteil der Grundstoffe und Erzeugnisse wird in Behältern, wie Fässer, Tanks, IBC's, etc. transportiert. Die Kennzeichnung dieser Behälter erfolgt heutzutage meist mit Barcode oder RFID (Radio Frequency Identifier), sogenannte Funketiketten. Das Erfassen dieser Informationen führt uns automatisch zum Thema Funk. Bei den eingesetzten Lesegeräten handelt es sich meist um Handgeräte, bei denen ein Kabel die Bedienung unnötig einschränkt. Die Übertragung der erfassten Daten von dem mobilen Gerät an ein zentrales Warensystem mittels Funk spart Zeit, Kosten und erhöht aufgrund der genauen Erfassung die Erfassungssicherheit. Der Einsatz von RFID als Alternative zu Barcode setzt sich ausgehend vom Einzelhandel auch zunehmend in der Prozessindustrie durch. Die Vorteile von RFID: Informationen sind selbst bei Verschmutzung lesbar, die Etiketten sind mehrfach beschreibbar, die gleichzeitige Erfassung von mehreren Etiketten ist möglich u.s.w.
- Bei Installation und Wartung von Produktionsanlagen
  Auch in diesem Bereich verspricht der Einsatz von mobilen Geräten mit der Verbindung zu MES (Manufacturing Execution System) und ERP (Enterprise Ressource Planning) große Vorteile bei der Optimierung der typischen Abläufe in der Produktion. So können beispielsweise Wartungsaufträge automatisch dem Servicepersonal auf ein mobiles Gerät geladen werden. Der Servicetechniker kann dann das Betriebsmittel inspizieren und die Ergebnisse seiner Untersuchung oder die ausgeführten Reparaturen direkt in das mobile Gerät eintragen (Bild 2). Diese Daten stehen dann in einer zentralen Datenbank zur Verfügung und können für die Dokumentation oder zu Abrechnungszwecken genutzt werden.
- Für Beobachten und Überwachen
  Gleiches gilt auch für die Beobachtung und Überwachung von technischen Anlagen. Mobile Geräte erlauben es, Messwerte auszulesen und damit den Zustand von Produktionsanlagen vor Ort im Auge zu behalten. Gleichzeitig hat das Personal im Feld Zugriff auf Informationen, wie Wartungspläne, Bedienungsanleitungen, ATEX Zertifikate u.v.m. Damit kann die Arbeit wesentlich effizienter gestaltet werden. Kamerasysteme und einzelne weit entfernte Messpunkte, wie z. B. an Pumpstationen, können mit Hilfe der Funkübertragung kostengünstig angebunden werden.
- Bei der Prozessautomatisierung
  Selbst ein Blick auf die Prozessautomatisierung offenbart, welches Potential der Einsatz der Funkübertragung bietet. Die oft aufwendige und kostspielige Verlegung von Leitungen entfällt. Wenn es gelingt, zusätzlich die Feldgeräte autark mit Energie zu versorgen, dann stehen der Anwendung der Funkübertragung in der Prozessindustrie alle Türen offen. Zu diesem Thema gibt es bereits einige vielversprechende Ansätze, die auf verbrauchsoptimierten elektronischen Schaltungen und alternativer Stromversorgung mittels Akkumulator, Solarzellen oder der Gewinnung von Energie aus Vibrationen, Temperaturschwankungen etc. beruhen. Erste Feldversuche von Prozessleitherstellern mit selbstorganisierenden vermaschten Funknetzen haben eine Verfügbarkeit von bis zu 99 % ergeben. Dies ist ohne Frage ein respektables Ergebnis. In der chemischen, petrochemischen und pharmazeutischen Industrie haben wir es jedoch fast ausschließlich mit Abläufen zu tun, bei denen eine Unterbrechung oder ein fehlerhafter Ablauf zu sehr kostspieligen Einbußen für den Produzenten führt. Folgerichtig ist die Verfügbarkeit der Produktionsanlagen eines der wichtigsten Kriterien. Deshalb wird der Einsatz der Funkübertragung für kritische Signale in Regelkreisen noch einige Zeit auf sich warten lassen. Die Einbindung von einzelnen, schwer zugänglichen Signalen und zusätzlichen Sensoren, die für die Optimierung von Prozessen eingesetzt werden, ist heute jedoch ohne weiteres möglich.
- Beim Asset Management
  Neben den reinen Prozesssignalen zur Steuerung einer Anlage gibt es Messsignale, die lediglich zur Optimierung oder zur vorausschauenden Wartung eingesetzt werden. Für die Übertragung dieser Signale wird heute in erster Linie das HART Übertragungsverfahren eingesetzt, oder es wird auf den Einsatz von Sensoren komplett verzichtet. Dem übergeordneten Thema Asset Management fällt in der Prozessindustrie eine zunehmende Bedeutung zu. Es geht darum, den Zustand der eingesetzten Produktionsmittel laufend möglichst genau zu kennen, um drohenden Anlageausfällen zuvor zu kommen und Wartungsintervalle den tatsächlichen Notwendigkeiten anzupassen. Dies ist ohne Frage ein sehr interessantes und sinnvolles Anwendungsfeld für die Funkübertragung. Es erlaubt dem Anwender dabei, Vertrauen zur Funkübertragung aufzubauen. ➔

Welche Technologie eignet sich am besten?

So sehr man es sich wünscht: Es gibt leider nicht die eine technische Lösung, die allen Anforderungen gerecht wird. Dies bewahrheitet sich auch für den Bereich Funkübertragung. Wenn man auf dem Markt die hier in Frage kommenden Technologien genauer betrachtet, wird man feststellen, dass jeder der Kandidaten seine Vor- und Nachteile hat. Die meisten dieser Technologien kommen aus dem IT-Bereich und sind daher ursprünglich nicht auf die Anforderungen der Industrie ausgerichtet worden.

- **WLAN 802.11**
  Für Anwendungen, bei denen es um den Einsatz von mobilen Geräten, wie Barcodescanner oder mobile Bediengeräte geht, eignet sich WLAN am besten. Es bietet die größte Bandbreite (802.11b – 11 Mbit/s oder 802.11g – 54 Mbit/s Bruttodatenrate) und ist auf die Übertragung von Ethernet basierenden Protokollen zugeschnitten. Zudem kann ein WLAN Netz einen Teilnehmer (Access client, wie z. B. ein PDA) von einem Access Point zum nächsten übergeben, ohne dass es zu einer Unterbrechung der Übertragung kommt. Das bedeutet, dass sich ein Anwender auf dem Betriebsgelände frei bewegen kann, ohne die Verbindung zum Netzwerk zu verlieren.
- **Bluetooth 802.15**
  Bluetooth bietet nicht die Bandbreite von WLAN; allerdings kommt man hier mit modernen Systemen auf Übertragungsraten von bis zu 2 Mbit/s. Zudem bietet Bluetooth aufgrund seiner synchronen Kommunikationsmodi eine sehr gute Basis für Echtzeitanwendungen. Bluetooth basiert auf dem Frequenzsprungverfahren (FHSS Frequency Hopping Spread Spectrum) und ist deshalb im Vergleich zu WLAN wesentlich unempfindlicher gegenüber Störquellen. Mit Bluetooth lassen sich Netze von bis zu 8 Teilnehmern aufbauen. Alles was darüber hinaus geht, ist mit erhöhtem technischen Aufwand verbunden.
  Das Bluetoothsystem braucht weniger Hilfsenergie, als WLAN. Es lässt sich aufgrund seiner Eigenschaften hervorragend für die Einbindung von fest installierten Geräten, wie Terminals oder auch Sensoren, einsetzen.
  Beiden Funkverfahren ist eines gemeinsam: sie sind international spezifiziert; damit ist sichergestellt, dass Geräte unterschiedlicher Hersteller weitgehend kompatibel sind.
- **ZigBee 802.15.4**
  ZigBee ermöglicht die Übertragung von Daten mit einer Rate von bis zu 250 kbit/s und liegt mit seinem Anspruch an Hilfsenergie deutlich unter dem von Bluetooth und WLAN. Die bisher in der ZigBee Alliance verabschiedeten Protokollprofile sind auf die Anwendungen in der Gebäudeautomatisierung zugeschnitten. Es ist derzeit noch unklar, in welche Richtung sich ZigBee weiterentwickelt.
  ZigBee bildet die Grundlage für die Protokolle von Wireless HART und einigen Funklösungen mit selbstorganisierenden, vermaschten Funknetzen, sogenannten Wireless Sensor Networks. Um die Störfestigkeit von ZigBee zu erhöhen, wird dafür das bereits von Bluetooth bekannte Frequenzsprungverfahren angewendet.

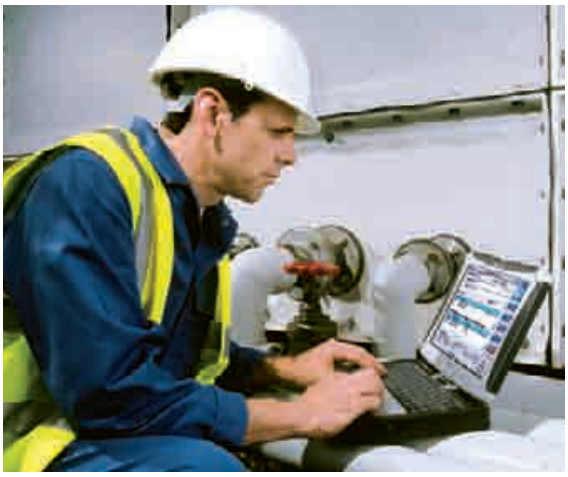


Bild 2: Einsatz von Industrienotebooks für die Wartung

Parallel zu den erwähnten Standards gibt es sehr viele herstellerspezifische Protokolle, wie NanoNet, Trusted Wireless, uvm., die immer den Nachteil der Inkompatibilität zu den Lösungen anderer Hersteller in sich tragen.

Standards für den Einsatz in der Automatisierung

Eine ganze Reihe von Gremien und Organisationen sind derzeit bemüht, das oben beschriebene Problem der unzureichenden Standardisierung zu beseitigen, um den Anwendern und den Herstellern eine Leitlinie an die Hand zu geben. Diese Arbeit setzt auf den bestehenden Normen für WLAN, Bluetooth und ZigBee auf. Auf nationaler Ebene sind dabei die Organisationen VDI/VDE GMA Fachausschuss 5.21, ZVEI und NAMUR beteiligt. In der Norm VDI/VDE 2185 findet man Anhaltspunkte, nach welchen Gesichtspunkten ein Anwender den Einsatz bestehender Funktechnologien beurteilen kann. Seit letztem Jahr beschäftigt sich ein Arbeitskreis von NAMUR (AK 4.15) mit dem Thema Wireless Automation. Ziel dieses Arbeitskreises ist es, die Anforderungen an den Einsatz der Funkübertragung in der Prozessindustrie zu formulieren und Leitlinien für die Anwender herauszugeben.

Auf internationaler Ebene sind besonders die ISA (The Instrumentation, Systems and Automation Society of America) mit der SP100 Arbeitsgruppe und die HCF (HART Communication Foundation) durch eine HART Wireless Gruppe mit dem Einsatz von Funktechnologien für die Automatisierung befasst. Die Spezifikation der HART Wireless Gruppe sollte eigentlich Anfang 2007 verabschiedet werden; die ISA SP100 geht davon aus, dies bis Mitte 2008 zu erreichen.

Allein die Anzahl der Organisationen zeigt ganz deutlich, dass das Interesse von Anwendern und Industrie stetig wächst. Es ist davon auszugehen, dass mit der Verabschiedung von Normen die Akzeptanz und die Vielfalt der Funklösungen deutlich zunehmen wird.

Bild 3: WLAN Access Point im druckfest gekapselten Gehäuse für den Einsatz in Zone 1

Friedliche Koexistens der Funkverfahren?

Die meisten der oben erwähnten Funkverfahren benutzen die sogenannten ISM Frequenzbänder. Diese Frequenzbänder haben den Vorteil, dass sie lizenzfrei und damit kostenlos genutzt werden können. Das wirkt sich sehr positiv auf die laufenden Kosten aus. Allerdings bedeutet dies auch, dass sich die verschiedenen Anwendungen das Frequenzband teilen müssen. Die Standardisierungsgremien sind sich dieser Tatsache bewusst und haben bereits technische Lösungen etabliert. So gibt es beispielsweise für Bluetooth ein adaptives Frequenzsprungverfahren, das Frequenzen im Sprungschema auslässt, bei denen die Übertragung gestört würde. Damit ist es möglich, WLAN und Bluetooth nebeneinander störungsfrei zu betreiben. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass es bei der Planung eines Funknetzes sehr wichtig ist, eine genaue Kenntnis über bereits installierte Netze zu haben.

Sicherheit der übertragenen Daten

Bei all seinen Vorzügen hat die Einführung von WLAN jedoch auch sogleich einer der Urängste beim Thema Funk neue Nahrung gegeben. Die bei der Einführung eingesetzte Verschlüsselungsmethode Wired Equipment Privacy (WEP) war mit recht einfachen Mitteln zu überwinden. Neue Verschlüsselungsmethoden haben jedoch bewiesen, dass ein ausreichender Schutz erreicht wird. Der unberechtigte Zugang zum Netz wird durch MAC-Filter und Identifizierungsverfahren für potentielle Angreifer weiter erschwert. Da WLAN und Bluetooth oft in bestehenden IT-Strukturen im Unternehmen eingebunden werden sollen, ist es wichtig, dieses in das Gesamtkonzept der IT-Sicherheit der betreffenden Unternehmen einzubeziehen. Das bedeutet, dass die IT-Abteilung des Unternehmens in den Planungsprozess mit einbezogen werden muss.

Das bei Bluetooth und anderen Funkverfahren zum Einsatz kommende Frequenzsprungverfahren bietet weiteren Schutz, da sich der Übertragungskanal zwischen Sender und Empfänger ständig ändert. Ein Mithören ist ohne die Kenntnis des Sprungschemas so gut wie ausgeschlossen.

Was muss bei der Funkübertragung im explosionsgefährdeten Bereich beachtet werden?

Die Prozessindustrie muss sich bei dem Einsatz jeder neu aufkommenden Technologie der Frage stellen: Was muss beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen beachtet werden? Betrachtet man das Thema Wireless im speziellen, dann gilt es die Frage zu beantworten: Stellen Funksignale eine Zündgefahr dar und wenn dies zutrifft: Welche Maßnahmen müssen ergriffen werden, um mögliche Gefahren abzuwenden?

Die Frage nach der Zündquelle ›Funksignal‹ ist leicht beantwortet. Funkgeräte strahlen elektromagnetische Strahlung ab, und diese gehört eindeutig zu den möglichen Zündquellen in explosionsgefährdeten Bereichen. Dabei ist die Gefahr, dass ein elektromagnetisches Feld direkt eine explosionsfähige Atmosphäre entzündet, als eher gering einzustufen. Untersuchungen unter Laborbedingungen haben ergeben, dass dazu Funkquellen mit Leistungen von mehreren hundert Watt erforderlich sind.

Die weitaus größerer Gefahr stellt die Induzierung von Strömen in metallische Objekte oder unzureichend EMV geschützte elektronische Schaltungen dar. Diese Ströme können zu unzulässig hohen Temperaturen und Funkenbildung führen. Eine Untersuchung der IEEE zum Thema Gefahren durch elektromagnetische Strahlung in explosionsgefährdeten Bereichen hat ergeben, dass bereits Funkleistungen von 6 W aufgrund der Induktion in metallische Objekte zu einer potentiellen Gefahr werden können. Die Normung und Standardisierung hat zu diesem Thema jedoch lange Zeit keinen Anhaltspunkt geboten. Nur auf nationaler Ebene, wie z. B. in Deutschland, existiert bereits heute die Norm DIN VDE 0848-5 [1]. Allerdings bezieht sich diese Norm auf Funkquellen, die außerhalb des gefährdeten Bereiches installiert sind und in den Ex-Bereich hinein senden. Für Funkquellen, die sich innerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches befinden, verweist die Norm auf die EN 60079-14 ›Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen‹ [2]. Hier findet man jedoch nur den knappen Hinweis darauf, dass bei der Auslegung elektrischer Anlagen die Auswirkungen elektromagnetischer Strahlen auf ein ungefährliches Maß beschränkt werden müssen. Dem Anwender stellt sich verständlicher Weise dabei die Frage, wie dies in der Praxis zu erreichen ist.

Erst seit kurzem enthält der Entwurf der IEC 60079-0 (Stand Juni 2006) [3] handhabbare Regeln für den Einsatz von Funkgeräten in explosionsgefährdeten Bereichen. Die Norm gibt dem Anwender Grenzwerte für kontinuierliche und gepulste Funksignale an die Hand. Diese beziehen sich auf Signale im Frequenzbereich von 10 kHz bis 300 GHz (Tabelle 1 und 2).

Für gepulste Signale gelten zusätzlich noch die folgenden Bedingungen:

- Impulsdauer kleiner als die Hälfte der Zündinduktionszeit
- Zeitspanne zwischen zwei Impulsen größer als die dreifache Zündinduktionszeit.

Die Grenzwerte enthalten nicht, wie sonst allgemein üblich, eine Unterteilung nach Zonen und der damit verbundenen Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer explosionsfähigen Atmosphäre. Das macht insofern Sinn, als dass ein Funksignal nicht an der Grenze zwischen zwei Zonen halt macht. ➔

WLAN, Buetooth und ZigBee benutzen zum größten Teil die sogenannten ISM Bänder wie z. B. mit 2,4 GHz, die nur mit geringen Sendeleistungen benutzt werden dürfen. Folgerichtig sind WLAN Access Points durch die Vorschriften aus dem Funkbereich im 2,4 GHz Band auf 100 mW begrenzt. Bluetooth und ZigBee Geräte benutzen zumeist Sendeleistungen im Bereich von 10 mW. Damit liegen diese Sendefrequenzen deutlich unter den durch die Norm geforderten Grenzwerten.

In die Betrachtung muss jedoch noch der sogenannte Antennengewinn mit einfließen, da die Zündgefahr auch durch die Höhe der Feldstärke bestimmt wird. Dieser Antennengewinn ist ein Parameter, der beschreibt, wie stark die eingespeiste Leistung in eine bestimmte Richtung gebündelt wird. Der Gewinn wird durch die Reduzierung der Leistung in andere Richtungen erzeugt, das bedeutet, dass die abgestrahlte Gesamtleistung gleich bleibt. Der Antennengewinn bezieht sich auf eine Referenz. Ist der Wert in dBi angegeben, dann bezieht sich dieser Wert auf einen Isotropstrahler (auch Kugelstrahler genannt). Es handelt sich dabei um das theoretische Modell einer Antenne, die von einem Punkt aus die Energie gleichmäßig in alle Richtungen verteilt. Typische Werte für Stabantennen und Richtantennen liegen zwischen 5 und 9 dBi.

Was heißt dies nun für den Anwender? Die in den Tabellen angegebenen Werte müssen in Bezug zum Antennengewinn gesetzt werden. Dies kann anhand eines Pegelplanes (Tabelle 3) erstellt werden.

Wie bekommt man den Funk in den explosionsgefährdeten Bereich?

Neben der Betrachtung der zulässigen Grenzwerte ist auch bei der Installation der Funkeinrichtungen in explosionsgefährdeten Bereichen einiges zu beachten. Die derzeit auf dem Markt verfügbaren Geräte haben bis auf wenige Ausnahmen keine Zulassung für die Verwendung in der Zone 1. Dies liegt vor allem daran, dass die Geräte in sehr kurzen Abständen weiterentwickelt werden und die Normung noch nicht abgeschlossen ist. Einen Ausweg bietet der Einbau von bestehenden, nicht zugelassenen Funklösungen in Gehäuse, die der Zündschutzart Druckfeste Kapselung ›d‹ oder einer anderen geeigneten Zündschutzart entsprechen.

Der Großteil dieser Ex d Gehäuse besteht aus Metall, was zur Folge hat, dass die elektromagnetische Strahlung der Antenne abgeschirmt wird. Es liegt deshalb auf der Hand, dass die Antenne nicht ohne weiteres im Innern des Gehäuses installiert werden kann. Eine Lösung besteht darin, eine Glasscheibe für das Gehäuse zu verwenden und dahinter im Inneren des Gehäuses eine Richtantenne einzubauen. Versuche mit einem solchen Aufbau haben ergeben, dass hier speziell auf das druckfestgekapselte Gehäuse angepasste Antennen verwendet werden müssen. Adernfalls sind die Signalverluste zu groß.

Die zweite Möglichkeit besteht in der Verwendung von externen Antennen. Die Installation im gefährdeten Bereich erfordert jedoch den Einsatz von speziellen explosionsgeschützten Antennen, meist in der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit ›e‹ (Bild 3). Hintergrund ist der Umstand, dass bei einem Kurzschluss zwischen der Stromversorgung und der Ausgangs- oder Eingangsstufe des Funkgerätes keine unzulässig hohen Ströme/Spannungen ungeschützt in den explosionsgefährdeten Bereich eindringen dürfen. Antennen ohne entsprechende Schutzmaßnahmen dürfen aus diesem Grund nicht eingesetzt werden.

Explosionsgruppe	**IIC**	**IIB**	**IIA**	**I oder III**
Zündgrenzwert der Wirkleistung Pzg	2 W	3,5 W	6 W	6 W
	gemittelt über 20 µs	gemittelt über 80 µs	gemittelt über 100 µs	gemittelt über 200 µs

Tabelle 1: Grenzwerte für kontinuierliche Strahlung (IEC Publikation 31/635 CDV)

Explosionsgruppe	**IIC**	**IIB**	**IIA**	**I oder III**
Zündgrenzwert der Energie Wzg	50 µJ	250 µJ	950 µJ	1.500 µJ

Tabelle 2: Grenzwerte für gepulste Strahlung (wie z.B. gepulste Radarquellen) IEC Publikation 31/635 CDV

	Leistungsverlauf
Sendeleistung, Funkgerät (100 mW, EiRP)	20 dBm
Dämpfung Stecker	–0,2 dB
Dämpfung Koaxialkabel (RG58, 2 m)	–2 dB
Antennengewinn (Stabantenne, 5 dBi)	5 dB
abgestrahlte Leistung	22,8 dBm (entspricht 190 mW)

Tabelle 3: Beispiel eines Pegelplans für einen WLAN 802.11 g Sender

Planung und Service

Dieser Abschnitt sollte aufgrund seiner Bedeutung eigentlich am Anfang dieses Artikels stehen. Bei der Installation eines Funknetzes ist dem Punkt Planung besondere Bedeutung zuzumessen. Die Planung beginnt beim Definieren der Anforderungen an das Funknetz. Dies beinhaltet Punkte wie Bandbreite, Mobilität, Anforderungen an die Echtzeit der Signalübertragung, Verschlüsselungssystem, Anforderungen der IT-Abteilung usw. In dieser Phase sollte auch ermittelt werden, welche Funksysteme bereits im Einsatz sind. Wichtig ist dabei auch, angrenzende Bereiche nicht außer Acht zu lassen.

Auf Basis eines Grundrisses kann mit Hilfe von Planungsprogrammen die Funkausleuchtung des Areals vorab begutachtet werden (Bild 4/5). Es lässt sich damit der Standort und die Antennenauswahl planen. Diese Planung sollte dann mit Hilfe eines sogenannten ›On-Site Surveys‹ verifiziert werden, da sich in einem Grundriss nicht alle Details erfassen lassen, denkt man nur an den Einfluss von Fahrzeugen oder temporär abgestellten Containern. Hier handelt es sich um eine Vor-Ort-Begehung mit einem transportablen Access Point, mit dessen Hilfe die zuvor am Computer ermittelten Werte überprüft werden. Auf diese Art und Weise kann auch festgestellt werden, welche Bandbreite am Rande der Funkausleuchtung noch erreicht wird.

Am Ende steht die Installation und Inbetriebnahme des Funksystems und dabei die Prüfung unter realen Betriebsbedingungen, um unliebsame Überraschungen zu vermeiden. Diese Vorgehensweise mutet sehr aufwendig an, stellt jedoch sicher, dass die Anlage auch einwandfrei funktioniert und die gewünschte Prozessverbesserung erbringt.

Ausblick und Resumee

Die Funkübertragung ist allgemein auf dem Vormarsch und wird Schritt für Schritt auch die Prozessindustrie erobern. Dabei wird jedoch immer die Frage nach dem Nutzen im Vordergrund stehen. Dieser Nutzen muss sich gegenüber konventioneller Verbindungstechnik beweisen, wobei die Funkübertragung aber auch das Potential hat, völlig neue, effektivere Betriebsabläufe zu etablieren und durch zusätzliche Messstellen die Qualität und Sicherheit in den Fertigungsabläufen zu erhöhen. Die Installation derartiger Systeme in explosionsgefährdeten Bereichen ist heute schon möglich und erlaubt damit, die Vorzüge dieser Technik auch in diesen Bereichen zu nutzen.

Literaturhinweise

[1] DIN VDE 0848-5:2001-01
Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern

[2] IEC/EN 60079-14
Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 14:
Electrical installations in hazardous areas (other than mines)

[3] IEC Publication 31/635 CDV 2006-06
Electrical apparatus for explosive atmospheres – Part 0:
General requirements

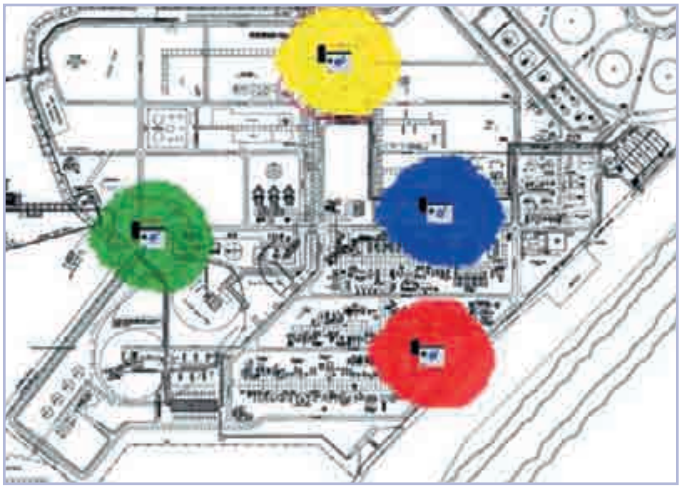


Bild 4: Planung und Festlegung der WLAN Funkbänder

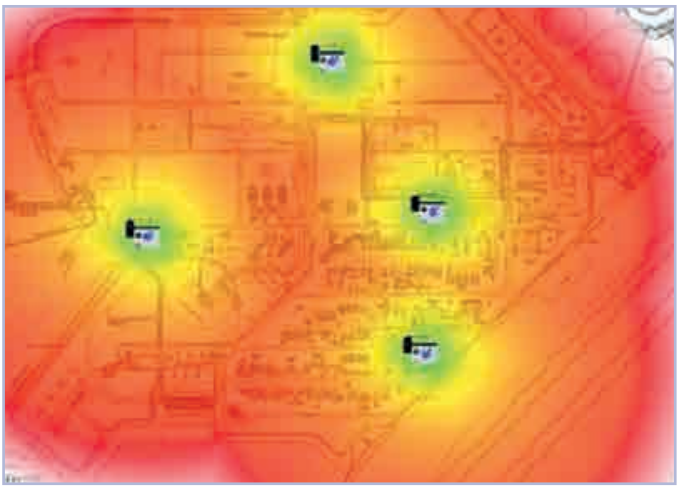


Bild 5: Planung der Funkausleuchtung anhand eines Grundrisses

Explosionsgeschützte Elektromotoren

Auswahl, Einstellung und Prüfung der stromabhängigen Überlast-Schutzeinrichtung

von Helmut Greiner

Bei den für Elektromotoren verwendeten Zündschutzarten – vor allem aber bei der Erhöhten Sicherheit ›e‹ – hat die Überlast-Schutzeinrichtung die für den Explosionsschutz wichtige Funktion eines ›Schutzsystems‹. Seit 01.07.2003 dürfen nur noch Geräte und Schutzsysteme in Verkehr gebracht werden, die der EU-Richtlinie 94/9/EG [1] – kurz ATEX 95 – entsprechen. Bei Verwendung in der Kategorie 2 muss dies durch die EG-Baumusterprüfbescheinigung einer ›benannten Stelle‹ nachgewiesen werden. Neben diesen formalen Vorgaben hat die als Errichter tätige Elektrofachkraft eine ganze Reihe von Bedingungen für die Auswahl, Einstellung und Prüfung solcher Überlast-Schutzeinrichtungen zu beachten.

Bild 1: Beispiel für das Leistungsschild eines Motors der Zündschutzart ›e‹ mit der ex-relevanten Kennzeichnung

Temperaturklasse	T3
relativer Anzugsstrom	$I_A/I_N = 8{,}1$
Erwärmungszeit	$t_E = 12$ s

Auswahl und Einstellung

Allgemeine Anforderungen

Für den thermischen Überlastungsschutz von drehenden elektrischen Maschinen sind die Abschnitte 7 und 11.2.1 der DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1): Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche, Teil 14: Elektrische Anlagen für gefährdete Bereiche [2] zu beachten.

Die stromabhängige, zeitverzögerte Schutzeinrichtung (z. B. Bimetallrelais) für die Überwachung aller drei Phasen darf nicht höher eingestellt sein als auf den Bemessungsstrom (Nennstrom) des Motors. Sie muss bei 1,2 fachem Einstellstrom innerhalb 2 Stunden ansprechen und sie darf bei 1,05 fachem Einstellstrom innerhalb von 2 Stunden noch nicht ansprechen.

Diese Kennwerte sind automatisch eingehalten, wenn das Gerät der Norm DIN EN 60947-4-1 (VDE 0660, Teil 102): Niederspannungsschaltgeräte Teil 4-1 [3] entspricht oder wenn es einer Funktionsprüfung durch eine ›benannte Stelle‹ unterzogen wurde, wie dies für das ›Inverkehrbringen‹ seit dem 01.07.2003 durch die Richtlinie 94/9/EG vorgeschrieben ist.

Zusätzliche Anforderungen bei Zündschutzart Erhöhte Sicherheit ›e‹

Bei Motoren der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit ›e‹ muss der Motorschutz neben dem Dauerbetrieb auch den vorhersehbaren Störungsfall ›festgebremster Läufer‹ abdecken.

Im Rahmen der Typprüfung durch eine ›benannte Stelle‹ (d. h. Prüfstelle wie z. B. PTB oder TÜV) wird ermittelt, nach welcher Zeit der Schutzschalter ansprechen muss, um in der Ständerwicklung und im Käfig des Läufers mit sicherem Abstand unterhalb der Zündtemperatur des explosionsfähigen Gemisches zu bleiben. Die so ermittelte Erwärmungszeit t_E wird abgestuft für die

Temperaturklassen T1/T2/T3/T4, d.h. abgestuft für Zündtemperaturen von 450/300/200/135 °C in der EG-Baumusterprüfbescheinigung angegeben. Auf dem Leistungsschild wird nur das im Einzelfall benötigte Wertepaar von T. und t_E genannt (Bild 1).

Der Errichter muss einen Schutzschalter wählen, dessen Kennlinie diese Abschaltbedingungen erfüllt. Dies ist im Allgemeinen gewährleistet, weil im Rahmen der Typprüfung darauf geachtet wird, dass nur technisch durch die Bi-Relais-Hersteller allgemein erfüllbare Kombinationen von IA/IN und t_E zugelassen werden (Bild 2). Die papiermäßige Überprüfung ist jedoch in jedem Einzelfall notwendig.

Die Kennlinie der eingesetzten Schutzeinrichtung ›muss beim Betreiber verfügbar sein‹ nach DIN EN 60079-14, Abschnitt 11.2.1 – in der Regel als Papierdokumentation in Form eine Betriebsanleitung oder als Handbuch.

Ein Beispiel für die Schilddaten nach Bild 1 ist in Bild 3 gezeigt.

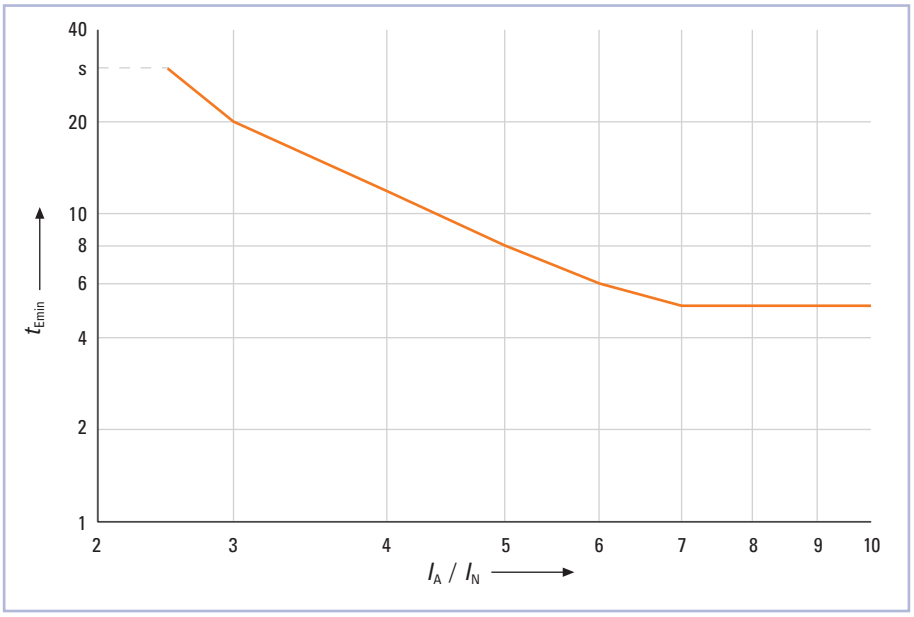


Bild 2: Mindesterwärmungszeit t_{Emin} in Abhängigkeit vom relativen Anzugsstrom I_A/I_N nach Bild 3 in DIN EN 60079-7 [4]. Die Kennlinien der einzelnen Hersteller sind nicht genormt, erfüllen aber im Allgemeinen diese Vorgabe

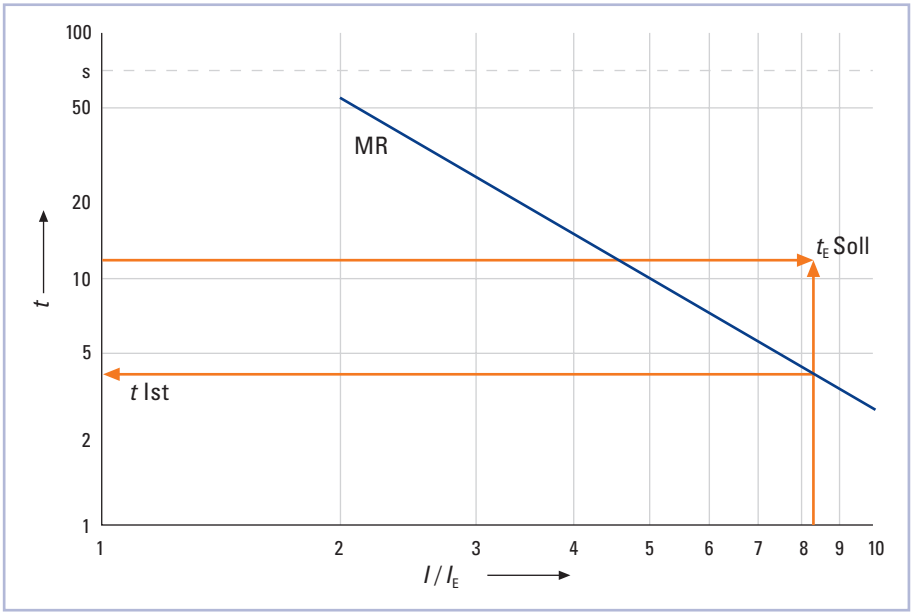


Bild 3: Überprüfung der Motorschutz-Kennline MR für einen Motor mit rel. Anzugsstrom I_A/I_N = 8,1 als Vielfaches des Bemessungsstromes I_N bzw. des Einstellstromes I_E Sollwert der Zeit t_E = 12 s Istwert der Auslösezeit t = 4,2 s d.h. Relais ist geeignet (Kennlinienform vereinfacht dargestellt)

Zertifizierung als Schutzsystem

In der Richtlinie 94/9/EG heißt es im Artikel 1 (2) zum hier behandelten Thema: ›Unter den Anwendungsbereich dieser Richtlinie fallen auch Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen für den Einsatz außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen, die im Hinblick auf Explosionsgefahren jedoch für den sicheren Betrieb von Geräten und Schutzsystemen erforderlich sind oder dazu beitragen.‹

In den ATEX-Leitlinien vom Mai 2000 [6] sind im Abschnitt 4.4.1, d) auf den Seiten 21/22 Beispiele für solche Sicherheitseinrichtungen genannt; darunter ausdrücklich auch Überlastschalter für Elektromotoren der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit ›e‹ (Bild 4).

Eine EG-Baumusterpüfbescheinigung einer ›benannten Stelle‹ ist nach allgemeinem Verständnis für eine solche Einrichtung nicht zwingend erforderlich, wenn sie zusätzlich zu einer anderen zugelassenen Schutzeinrichtung verwendet wird oder wenn sie einen Antrieb in der Zone 2 oder 22 schützt, der eine EG Konformitätserklärung des Herstellers hat und dessen Schutzeinrichtung in der Betriebsanleitung beschrieben ist. Es ist jedoch zu empfehlen und bei entsprechender Entwicklung des Marktes auch zu erwarten, dass zertifizierte Geräte auch in den Zonen 2 oder 22 und zum Schutz von Motoren ➔

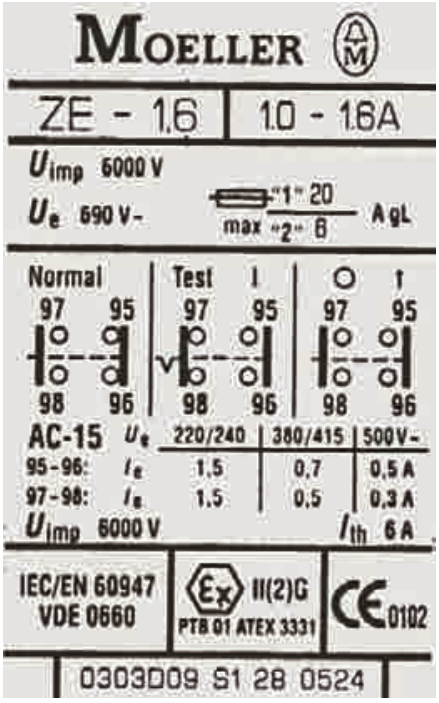


Bild 4: Kennzeichnung eines Richtlinienkonformen Motorschutzrelais für einen explosionsgeschützten Motor der Zündschutzart ›e‹. Gerät darf in Zone 1 (Kategorie 2) hineinwirken. Aufstellung des Gerätes im sicheren Bereich (Quelle: MOELLER GmbH)

der Zündschutzart Druckfeste Kapselung ›d‹ (in den ATEX-Leitlinien nicht ausdrücklich genannt) verwendet werden.

Phasenausfallempfindlichkeit

Die Gefährdung von Drehstrom-Käfigläufermotoren bei Zweileiterbetrieb am gestörten Netz wurde in [5] ausführlich beschrieben. In der Norm DIN EN 60079-14, die die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen regelt, heißt es zu diesem Thema im Abschnitt 7 in allgemeiner Form: ›Es müssen Vorkehrungen getroffen sein, die den Betrieb von mehrphasigen elektrischen Betriebsmitteln (z. B. Drehstrommotoren) bei Ausfall einer oder mehrerer Netzphase(n) verhindern, wenn dies zu einer Überhitzung führen kann‹. Im Abschnitt 11.2.1 ist für Motoren der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit ›e‹ präzisiert: ›Die Eigenschaften von Maschinen in Dreieckschaltung im Falle des Ausfalls einer Phase sollten speziell betrachtet werden. Im Gegensatz zu Maschinen in Sternschaltung könnte der Ausfall einer Phase unbemerkt bleiben, besonders wenn er während des Betriebes auftritt. Die Auswirkung ist eine Stromunsymmetrie in den Speiseleitungen der Maschine und eine erhöhte Erwärmung des Motors. Bei einem Motor mit Wicklungen in Dreieckschaltung und einer Last mit geringem Drehmoment während des Anlaufens kann es auch möglich sein, bei diesen Fehlerbedingungen der Wicklung anzulaufen, und daher kann der Fehler über eine lange Zeit unerkannt vorhanden sein.

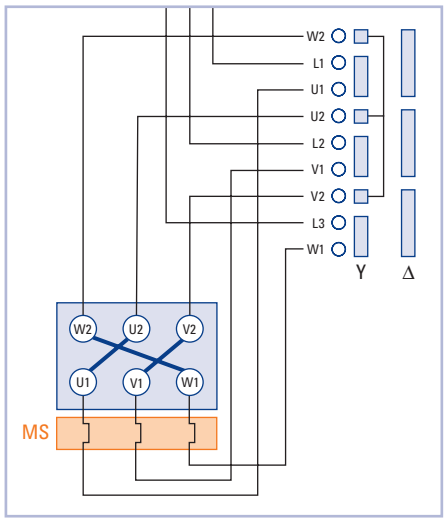


Bild 5: Schaltbild für Y-Δ-Einschaltung mit Anordnung und Bemessung der Bimetallschalter MS für den Strangstrom $I_{ph} = I_N / 1{,}73$

Daher muss für Maschinen mit Wicklungen in Dreieckschaltung ein Phasenausfallschutz vorgesehen werden, der Maschinenunsymmetrien erkennt, bevor sie zu übermäßigen Erwärmungswirkungen führen.‹

Es ist positiv zu vermerken, dass die aktuelle Formulierung die Fassung 1998 ersetzt: ›Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, die den Betrieb eines Drehstrommotors bei Ausfall einer Phase verhindern.‹ Bei Teilbelastung stellt nämlich der Einphasenbetrieb eines Drehstrommotors noch keine akute thermische Gefährdung dar – es braucht also nicht sofort beim Ausfall eines Netzleiters die Anlage vom Netz getrennt zu werden.

Obwohl in der Norm nicht ausdrücklich vorgeschrieben, wird die am Markt verfügbare, auf einfacher Wirkung beruhende ›Phasenausfallempfindlichkeit‹ auch für den Schutz von Wicklungen in Stern-Schaltung empfohlen.

Schaltung der Auslöser

Y-Δ-Anlauf und Polumschaltung

In früheren PTB-Prüfungsscheinen war festgelegt, dass bei Wicklungen in Dreieckschaltung die Bimetallrelais oder -auslöser mit den Wicklungssträngen in Reihe zu schalten und auf den Strangstrom, also den 1/1,73 = 0,58 fachen Motorbemessungsstrom einzustellen sind (Bild 5). Diese Forderung ist zwar entfallen, ist aber als Empfehlung nach wie vor sinnvoll:

- Bei Y-Δ-Anlauf ist die Wicklung geschützt, wenn nicht von Stern auf Dreieck weitergeschaltet wird.
- Bei Ausfall eines Netzleiters besteht eine bessere Schutzwirkung für die Wicklung.

Bei polumschaltbaren Motoren sind für jede Drehzahlstufe getrennte Relais vorzusehen, die gegeneinander zu verriegeln sind. Generell sind die Ströme in allen drei Außenleitern zu überwachen.

Einphasenstrommotoren

Da funktionsgeprüfte Motorschutzeinrichtungen für Einphasenstrom am Markt nicht üblich sind, wird meist die Verwendung von Drehstromgeräten empfohlen, bei denen der Leiter ›durchgeschleift‹ ist. Dies ist erforderlich, um die bei Drehstromanschluss vorhandene gegenseitige Aufheizung der drei Bimetallelemente nachzubilden (Bild 6).

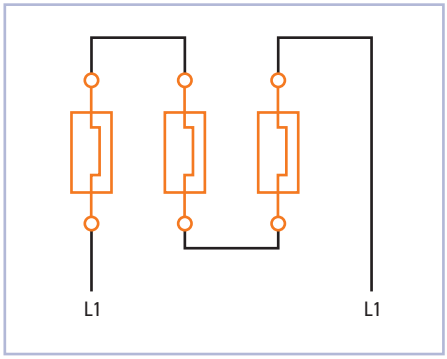


Bild 6: ›Durchschleifen‹ des stromführenden Leiters L1 für einen Einphasenstrommotor bei Verwendung einer serienmäßig für Drehstrom vorgesehenen Motorschutzeinrichtung (Quelle: Moeller Fachbuch ›Schaltgeräte für den Schutz elektrischer Motoren‹ [7])

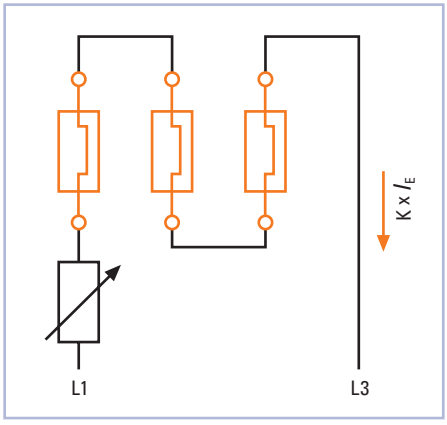


Bild 7: Strombelastung eines Bimetall-Relais zur Überprüfung der Auslösecharakteristik im Labor K-Faktor als Mehrfaches des Einstellwertes

Prüfungen

Der Errichter darf sich darauf verlassen, dass die beiden Eckpunkte der Auslösekennlinie (für 1,05- bzw. 1,2 fachen Einstellstrom) und auch der Auslösepunkt beim Anzugstrom IA (Strom bei festgebremstem Läufer) innerhalb der zulässigen Toleranz eingehalten werden und durch das Qualitätssicherungssystem des Herstellers der Schutzeinrichtung sichergestellt sind.

Es genügt sowohl bei der ersten Inbetriebnahme wie auch bei der wiederkehrenden Prüfung eine Überprüfung der Einstellwerte. Eine Messung der Auslösewerte (mit Vorwärmung oder versuchsmäßig aufgebrachtem Prüfstrom) ist nicht erforderlich – es sei denn, es bestehen Zweifel an der Funktionsfähigkeit des Relais (z. B. wegen äußerlich erkennbarer Beschädigung beim Transport oder durch Vorbenutzung).

Hierzu heißt es in der DIN EN 60079-17: Prüfung und Instandhaltung [8], Abschnitt 5.2.1:

›In Abhängigkeit von der Erfahrung kann es erforderlich oder auch nicht erforderlich sein, bei der Erstprüfung und/oder bei der wiederkehrenden Prüfung die Auslösezeiten durch Strominjektion zu messen. Die Auslösezeit muss mit der aus der Kennlinie bestimmten mit einer Toleranz von maximal + 20 % übereinstimmen.‹

In dieser Norm sind auch ausführliche Angaben über Prüftiefen und Prüfpläne für wiederkehrende Prüfungen (Grundlegende Anforderungen siehe Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) [9]). Nach der Tabelle 1 ist im Prüfplan für Motoren der Zündschutzarten ›d‹ und ›e‹ durch eine Detailprüfung u.a. zu prüfen:

- B9
  Die automatische elektrische Schutzeinrichtung spricht in zulässigen Grenzwerten an
- B10
  Die automatische elektrische Schutzeinrichtung ist richtig eingestellt, automatische Rückstellung nicht möglich

Der oben zitierte Abschnitt 5.2.1 überlässt es der Erfahrung und den örtlichen Gegebenheiten in der jeweiligen Anlage, ob damit eine Prüfung der Auslösezeiten verbunden sein muss.

Bezüglich der Prüffristen wird die Norm DIN EN 60079-17 nicht konkret. Hier sind die Festlegungen in der Betriebssicherheitsverordnung und deren künftigen Ausgestaltung in ›Technische Regeln für Betriebssicherheit‹ (TRBS 2.1.5.-Veröffentlichung im Bundesarbeitsblatt) zu beachten. Nach §15 (1) und (15) BetrSichV hat der Betreiber die Prüffrist nach einer sicherheitstechnischen Bewertung zu ermitteln; sie darf nicht länger als drei Jahre sein.

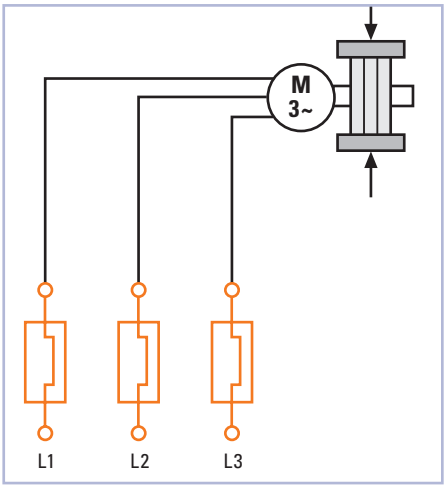


Bild 8: Strombelastung eines Bimetall-Relais zur Überprüfung der Auslösecharakteristik vor Ort. Kleinere Motoren ohne Getriebe.

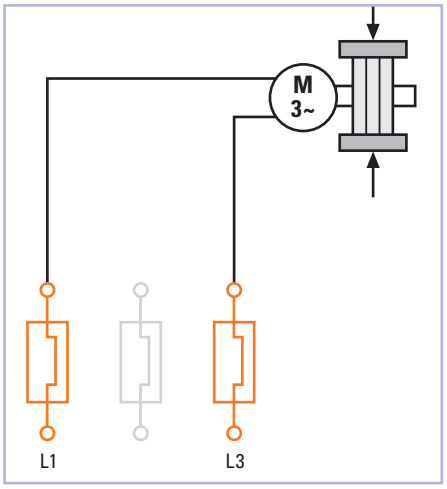


Bild 9: Strombelastung eines Bimetall-Relais zur Überprüfung der Auslösecharakteristik vor Ort. Mittlere Motoren ohne oder mit Getriebe.

Funktionsprüfungen

Sollte nach den oben genannten Kriterien eine Funktionsprüfung der Überstromschutzeinrichtung notwendig sein, so haben sich folgende Prüfmethoden bewährt, wobei jeweils die zugeordnete Auslösekennlinie des Herstellers für die Beurteilung maßgebend ist.

Kontrolle im Labor

Die Auslöse-Kennlinie des jeweiligen Relais wird unter labormäßigen Bedingungen (z. B. mit Stelltrafo oder Stellwiderständen) überprüft (Bild 7). Die Abweichung darf bis zu +20 % betragen (DIN EN 60079-17, 5.2.1).

Kontrolle vor Ort

Diese Methode ist selbstverständlich nur mit ›Feuerschein-Erlaubnis‹ – also unter Ausschluss der Explosionsgefahr – anwendbar.

Kleinere Antriebe, die sicher blockiert werden können, werden unter üblichen Netz- und Einstellbedingungen mit festgebremstem Läufer überprüft (Bild 8). Bei Einstellung auf den Bemessungsstrom IN muss das Relais spätestens nach der auf dem Leistungsschild des Motors angegebenen Zeit t_E mit einer Toleranz von +20 % auslösen. Der Versuch ist spätestens nach 1,5 t_E abzubrechen, um eine schädliche Erwärmung der Wicklung zu vermeiden.

Mittlere und größere Motoren sind zu blockieren, falls ein Anlauf in die falsche Drehrichtung schädlich ist. Der Versuch ist im ›Zweileiterbetrieb‹, also an zwei Netzleitern, durchzuführen (Bild 9). Relais mit ›Phasenausfallempfindlichkeit‹ sprechen bei dieser Betriebsweise etwas früher an als bei normalem 3-Leiteranschluss. Relais ohne die Phasenausfallempfindlichkeit lösen in Sternschaltung nach etwa 1,3 – 1,5 t_E aus. Der Versuch ist spätestens nach 2 t_E abzubrechen. Bei Auslösezeiten > 1,5 t_E besteht der Verdacht, dass sich die Auslöse-Kennlinie unzulässig verändert hat.

Literaturhinweise

[1] Richtlinie 94/9/EG: Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 19.4.1994, L 100/1-29

[2] DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1) Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche Teil 14: Elektrische Anlagen für gefährdete Bereiche (ausgenommen Grubenbaue)

[3] DIN EN 60947-4-1 (VDE 0660 Teil 102) Niederspannungsschaltgeräte Teil 4-1 Schütze und Motorstarter – Elektromechanische Schütze und Motorstarter

[4] DIN EN 60079-7 (VDE 0171-6) Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche Teil 7: Erhöhte Sicherheit ›e‹

[5] Greiner, H.: Phasenausfallschutz von Motoren; ep, 1996 Heft 3

[6] Leitlinien zur Anwendung der Richtlinie 94/9/EG, ATEX-Leitlinien, 1. Ausg. Mai 2000 (2. Ausgabe 2005, in englischer Sprache)

[7] Esser, H.-W.: Schaltgeräte für den Schutz von Motoren, Handbuch der Fa. Möller, Bonn

[8] DIN EN 60079-17 (VDE 0165-10-1) Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche; Teil 17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ausgenommen Grubenbaue)

[9] Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes vom 27.9.2002; BGBl. Teil 1 Nr. 70, S 3777 – 3816

[10] Greiner, H. u.a.: Elektroinstallation und Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen; Hüthig & Pflaum Verlag; München/Heidelberg (2006)

ToughLux

Licht am richtigen Fleck _ Zwei beziehungsweise vier langlebige Kaltkathoden-Röhren der innovativen ToughLux von R. STAHL tauchen alles, was Sie wollen, in gleißendes Licht. Klein, handlich, leicht lässt sich die Reparaturleuchte schnell und sicher fassen. Und das in Zone 1, Zone 2, Zone 21 und Zone 22. Die geniale Stufenarretierung am Aufhänghaken und der sichere Wegrollschutz am Handgriff garantieren das Licht am richtigen Fleck. Mit diversen Montageteilen kann sie auch zum Beleuchten kleinerer Arbeitsbereiche flexibel eingesetzt werden. ToughLux von R. STAHL, das Licht für den schnellen Einsatz.

handlich

einzigartig

STAHL

Ihre Fragen beantworten wir gerne.
R. STAHL Schaltgeräte GmbH, 74638 Waldenburg
+49 7942 943-0 oder www.stahl.de

Erdgas aus der Arktis

Verfahrenstechnische Anlagen mit explosionsgeschützter Beheizung

von Søren Lykke Larsen

Bild 1: Melkøya Island im Oktober 2006 (Foto: Statoil, Eiliv Leren)

Tranberg AS, das neue Mitglied der R. STAHL Technologiegruppe, liefert u. a. Begleitheizungen als Komplettlösungen für die petrochemische Industrie.

Die Tranberg AS mit Hauptsitz in Stavanger (Norwegen) plant, fertigt und liefert seit 1901 qualitativ hochwertige elektromechanische Produkte, die auf Schiffen, in Offshore-Anlagen und in petrochemischen Betrieben zum Einsatz kommen.

Im Laufe seines langen Bestehens hat das Unternehmen gemeinsam mit seinen Kunden schon in vielen Projekten gearbeitet, um Lösungen und Produkte für die rauen Betriebsbedingungen der Nordsee zu finden. Heute besitzt Tranberg zwei Hauptproduktlinien, nämlich Beleuchtungsanlagen für den Schiffbau und Heizungssysteme für die Verfahrenstechnik.

Der Tranberg-Geschäftsbereich Heizungssysteme liefert Begleitheizungssysteme in Form von Komplettlösungen, die neben dem Engineering auch die gesamte Materiallogistik und eine intensive Montageunterstützung umfassen. Im Laufe der Jahre wurden diese Leistungen für eine große Anzahl petrochemischer Offshore- und Onshore-Projekte erbracht. Tranberg ist Hauptzulieferer für das LNG-Projekt ›Snøhvit‹ (Schneewittchen) der norwegischen Erdölgesellschaft Statoil und liefert innerhalb des Projekts Beleuchtungs- und Enteisungssysteme für Versorgungsschiffe und Tanker, die in der Barentssee operieren.

Herausforderung bei ›Schneewittchen‹

Das Statoil-Projekt Snøhvit auf der Insel Melkøya ist in mancherlei Hinsicht ein höchst spannendes Projekt: Snøhvit ist nicht nur die größte europäische Anlage zur Verflüssigung und zum Export von Erdgas, sondern mit ihrem Standort Hammerfest nur 200 km vom Nordkap entfernt, auch die am weitesten nördlich gelegene Anlage dieser Art (Bild 2).

Wegen der extremen klimatischen Verhältnisse und der begrenzten Infrastruktur in Hammerfest mussten verschiedene Module an mehreren Standorten in Europa vorgefertigt werden.

Im Frühjahr 2003 erhielt Tranberg von Statoil und dessen Engineeringpartner Linde in München den Auftrag über die Lieferung eines kompletten Begleitheizungssystems. Tranberg und sein Partnerunternehmen Thermon, der weltweit anerkannte Spezialist für Begleitheizungssysteme, stellten daraufhin ein Projektteam zusammen, das dieses Großprojekt in Angriff nahm.

Das Projekt Heizungsanlage

Der Leistungsumfang war beachtlich und umfasste neben dem Projektmanagement auch das Detailengineering, die Montageunterstützung und -überwachung. Hinzu kam die Lieferung des gesamten Materialpakets, bestehend aus den Heizleistungsverteilungen, den Überwachungspulten, einer Vielzahl von speziell für diese Anwendungen konfektionierten Heizkabeln, Edelstahl-Heizleiterverteilerkästen und den vor Ort montierten Temperaturreglern. Selbstverständlich mussten auch alle sonstigen Zubehörteile bereitgestellt werden, die für das zuverlässige Funktionieren des Systems in diesem Klima unerlässlich sind.

Jede Gasverflüssigungsanlage benötigt eine Beheizung, damit die Rohre und sonstigen Betriebseinrichtungen auf der gewünschten Prozesstemperatur gehalten werden oder zumindest gegen Einfrieren oder Kondensatbildung geschützt sind.

Der Standort Hammerfest mit einer mittleren Umgebungstemperatur von 1 °C erfordert eine untere Auslegungstemperatur von –22,5 °C und stellt so hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Kapazität des Heizungssystems.

Das Gas wird auf dem Meeresboden der Barentssee in einer Tiefe von 250 bis 340 m mit Hilfe einer Unterwassertechnologie gefördert und über eine 140 km lange Pipeline an Land transportiert. In der Verflüssigungsanlage an Land wird es auf –163 °C abgekühlt, um sein Volumen um den Faktor 600 zu verringern, damit es mit speziellen Tankschiffen über weite Strecken transportiert werden kann (Bild 3). ➔

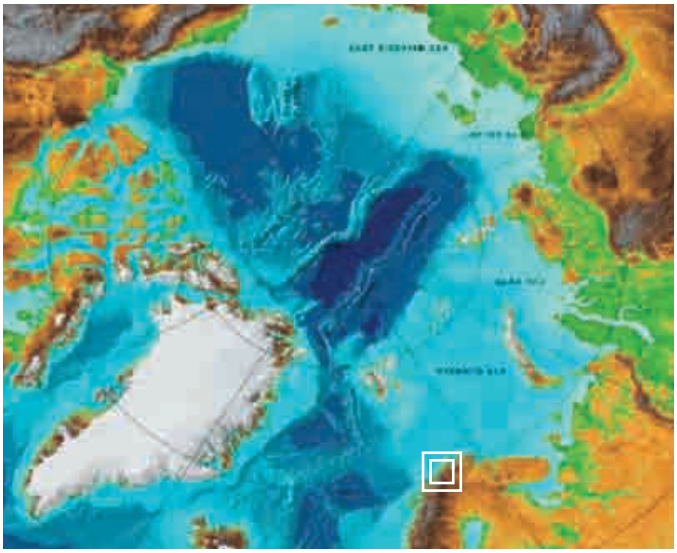


Bild 2: Melkøya Island, September 2002, in der Nähe von Hammerfest, beim Beginn der Bauarbeiten

Bild 3: Snøhvit Flüssiggas-Aufbereitungs- und Exportanlage. Hier werden jährlich 5,7 Milliarden Kubikmeter Gas aufbereitet und exportiert

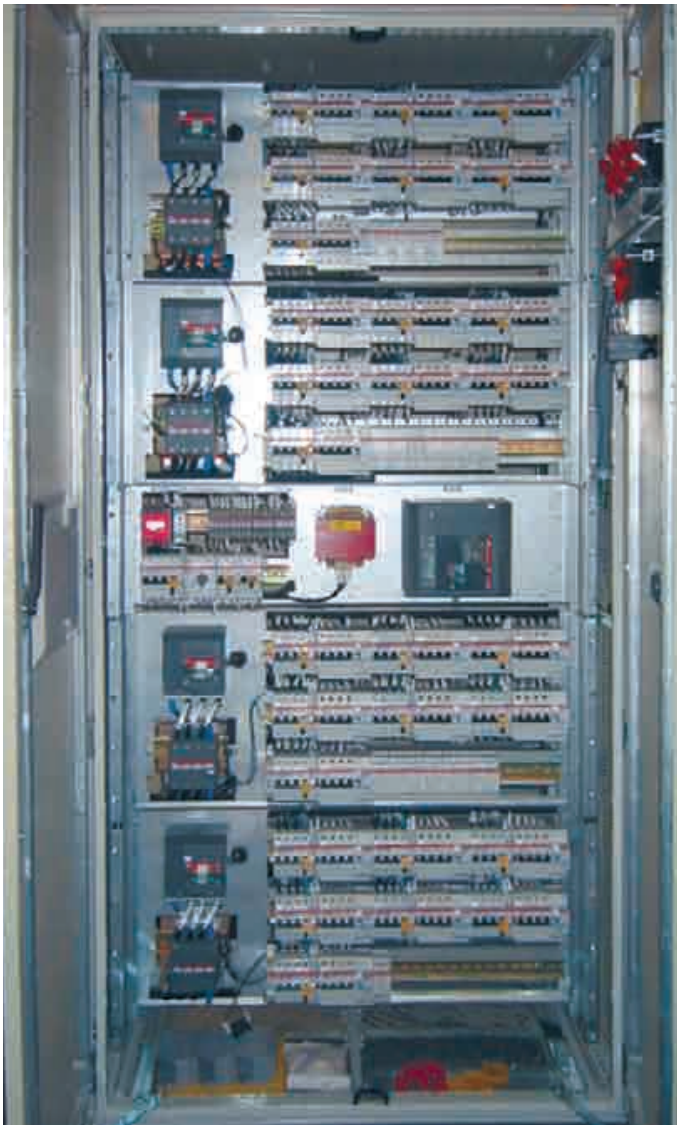


Bild 4: Heizleistungsverteilung für die Begleitheizungen.
Tranberg lieferte Heizleistungsverteilungen (Bild 4), welche mehr als 4.000 16 A-Begleitheizungs-Schaltkreise versorgen können.

Die Umwandlung von Erdgas in Flüssiggas besteht aus einer Reihe von Prozessen:

- Schlammabscheider: Trennen von Wasser und Gas
- Gaseinlauf: Vorheizen des Gases
- Vorbehandlung: CO_2-Extraktion, Wasserentzug, Quecksilberentfernung
- Fraktionierung: Trennung von Erdgaskondensat und Flüssigerdgas
- Verflüssigung: Abkühlen des Gases von ca. –13 °C auf –163 °C
- Lagerung: Lagerhaltung des Gases in Tanks vor dem Export
- Flüssiggas: Trennung der schweren Kohlenwasserstoffe im Flüssiggas
- Kondensation: Entzug von Gas, Wasser und von MEG (Monoethyleneglykol) vor der Lagerung
- MEG: Rückgewinnung des Monoethyleneglykols

In allen diesen Prozessteilen waren viele unterschiedliche Lösungen für die Beheizung gefordert, die Tranberg realisiert hat.

Wegen des rauen Klimas mussten in diesem Projekt auch die meisten Betriebseinrichtungen, wie z. B. Ölheizungssysteme, Wasserversorgungen, Wasserabläufe, Gruben und andere Anlagenteile mit einem wirksamen Frostschutz versehen werden.

Produkte, Anwendungen, Lösungen

Das –163 °C kalte Flüssiggas wird in einem Tankfeld gelagert. Damit die Kälte des Flüssiggases nicht ins Erdreich übertragen wird, wurde als so genannter Frostaufbruchschutz ein Heizungssystem in die Tankfundamente eingebaut.

Während der Planungsphase erstellten Tranberg und die Partnerfirmen die Dokumentation zum Aufbau und zur Installation der Anlage. Dabei kamen schließlich mehr als 4.000 isometrische Zeichnungen zur Begleitheizung, zahlreiche Stromlaufpläne einzelner Heizkreise, Instrumentierungspläne und vieles mehr zusammen.

Daneben lieferte Tranberg eine Reihe von Heizleistungsverteilungen (Bild 4), die die mehr als 4.000 16-A-Heizungsstromkreise speisen, sowie eine Reihe von Steuerungen und Steuerkästen zu deren Steuerung und Überwachung.

Zum Lieferumfang gehörten außerdem mehr als 210 Kilometer Heizkabel unterschiedlicher Ausführungen für den Frostschutz und für die Konstanthaltung von Prozesstemperaturen, sowie Spezialkabel zur Aufrechterhaltung von Temperaturen bis zu 600 °C (Bild 5).

Bei der in diesem Projekt verfolgten Auslegungsphilosophie für die Begleitheizung waren Temperaturregelungen für die meisten Heizungskreise unabdingbar (Bild 6). Hierfür lieferte Tranberg mehrere Lösungen, von 16-A-Kapillarrohrthermostaten bis hin zu elektronischen Steuerungen. Diese für den Einsatz unter besonders schwierigen Umgebungsbedingungen ausgelegten Komponenten haben ihre Zuverlässigkeit schon im jahrelangen Betrieb in der Nordsee unter Beweis gestellt. Zu ihnen gehört auch die aus 316L-Edelstahl gefertigte Heizungssystem-Verteilerkastenserie, die in der Arktis-Version für einen Betriebstemperaturbereich von –60 °C bis +90 °C ausgelegt ist.

Da die Module für die verschiedenen Prozesse an verschiedenen Standorten in ganz Europa gebaut wurden, übernahm Tranberg auch die Fertigungsüberwachung für die Heizungskomponenten in Spanien, Frankreich, Deutschland und den Niederlanden. Als schließlich der Zusammenbau der Module in Hammerfest begann, war ein Tranberg-Projektingenieur eigens für die Betreuung des Projekts vor Ort zuständig.

Sicherheit und Zuverlässigkeit

Durch die Kombination der starken Position von Tranberg auf dem Gebiet der Beleuchtungssysteme und dem Expertenwissen des Unternehmens in der Heizungstechnik ist Tranberg zu einem wichtigen Partner geworden – nicht nur bei der Realisierung zuverlässiger Lösungen für die Onshore-Verarbeitung von Öl und Gas in der Arktis, sondern auch als kompetenter Anbieter von Komplettlösungen für den Schiffbau. Damit bietet Tranberg heute ein breites Spektrum von Lösungen an, die von Enteisungssystemen für Helideck- und Sicherheitstreppen, die der Sicherheit des Personals dienen, bis zu Enteisungssystemen für Schiffsaufbauten zur Gewährleistung der Schiffsstabilität reicht.

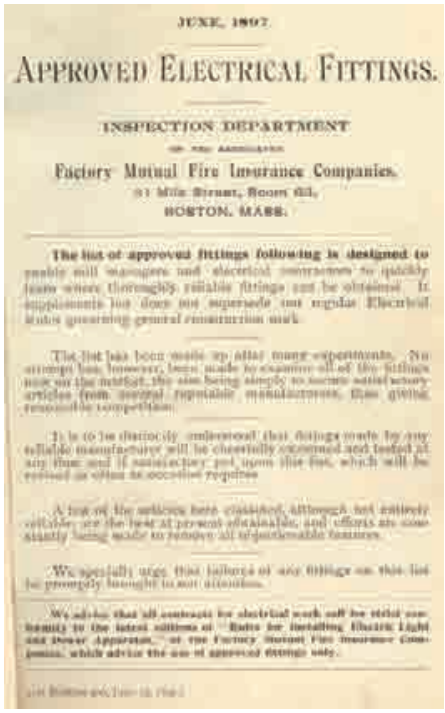
Bild 5: Beheizte Ventile, bevor die Wärmeisolierung angebracht wird.
Tranberg lieferte mehr als 200.000 m Begleitheizungskabel für das Snohvit Projekt.

Bild 6: Temperaturregler und Sicherheitsthermostate.
Tranberg lieferte Temperaturregler für mehr als 3.000 Temperaturmesspunkte, die in der Anlage installiert sind, aber zentral überwacht werden.

FM Approvals

Ihre Wurzeln in der Zeit der industriellen Revolution 1835 und die Entwicklungen bis heute

von John Rennie und Bill Lawrence



JUNE, 1897.

APPROVED ELECTRICAL FITTINGS.

INSPECTION DEPARTMENT

Factory Mutual Fire Insurance Companies.

BOSTON, MASS.

The list of approved fittings following is designed to

Bild 1: Liste von FM Approved Electrical Fittings (1897)

Der Anfang

Die Geschichte der Factory Mutual Fire Insurance Companies (auch bekannt als Factory Mutuals) lässt sich bis zum Jahr 1835 zurückverfolgen, als ein Fabrikbesitzer in Neuengland das bahnbrechende Konzept einer umfassenden Risikoabsicherung für Betriebe der industriellen Textilherstellung auf den Weg brachte. Die Risikoteilung auf Gegenseitigkeit, beruhend auf zuverlässigem Schutz von Sachwerten und auf solider Ingenieurleistung, war bereits bei der Entstehung wichtiger Bestandteil der Konzeption von Factory Mutuals. Zu Beginn des neunzehnten Jahrhunderts wurden industrielle Betriebsmittel erstmals durch Ingenieure geprüft. So sollte durch die Prüfungen festgestellt werden, welche Schneidöle am besten als Schmiermittel geeignet waren, um die Brandgefahr zu verringern. Auch bei der Verwendung von Petroleum zur Beleuchtung gab es Bedenken, bis die Factory Mutuals aufgrund einer Reihe von Experimenten, die im Jahresbericht des Smithsonian Institutes 1862 veröffentlicht wurden, nachweisen konnten, dass die Verwendung von Petroleum zur Beleuchtung in Industriebetrieben keine größere Gefahr darstellt als die Verwendung von Kerzen oder tierischen Fetten.

In den 1880er Jahren gab es durch Factory Mutuals Arbeiten wichtige Fortschritte im Bereich der automatischen Sprinkleranlagen für die Brandbekämpfung.

1886 wurden die FM Laboratories als hundertprozentiges Tochterunternehmen der Factory Mutuals gegründet. Dieses Unternehmen leistete Pionierarbeit auf seinem Gebiet und errichtete die ersten ständigen Labors in den Vereinigten Staaten, wenn nicht gar weltweit, die sich der Prüfung von Brandschutzeinrichtungen widmeten.

Im Jahr 1897 veröffentlichte die Prüfabteilung der Factory Mutuals ein Buch mit dem Titel ›Approved Electrical Fittings‹ (Zugelassene elektrische Armaturen), in dem die von ihr geprüften Produkte, wie Lampensockel, Steckdosen, Sicherungen für flexible Anschlussleitungen, Leistungsschalter in Conduittechnik, Lichtbogenschalter und Blitzschutzeinrichtungen aufgeführt waren (Bild 1).

Eigentlich gab es schon vor diesem oben genannten Buch Produktprüfungen. Aus historischen Aufzeichnungen lässt sich bereits seit 1882 ein Interesse an elektrischen Anlagen und Produkten erkennen. Das Buch beinhaltet 9 Seiten, auf denen Produkte und die jeweiligen Herstellerfirmen genannt werden.

Im Laufe der Zeit sind Teilbereiche der Prüfabteilung an die Organisation, die heute als FM Approvals bekannt ist, übergegangen. Der Arbeitsanfall hat in Bezug auf Menge und Komplexität seit den ersten Zulassungen von elektrischen Betriebsmitteln im Jahr 1897 enorm zugenommen. Die Veröffentlichung der Produktzulassungen erfolgt heute in dem ›Approval Guide‹, welcher mehr als 45.000 zugelassene Produkte enthält.

Bei FM Approvals beschäftigt man sich zwar mit der Zertifizierung von Produkten und Dienstleistungen der unterschiedlichsten Kategorien, doch das Hauptaugenmerk der Tätigkeit gilt elektrischen Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen, Baumaterialien und Brandschutzprodukten, wie z. B. automatischen Sprinkleranlagen, sowie Alarm- und Meldegeräten.

Bild 2: Branduntersuchungseinrichtungen Woburn um 1886

Die ersten Produkte für explosionsgefährdete Bereiche

Im Jahr 1922 war FM Laboratories mit der Brandtestanlage vom ersten Standort in Woburn (Bild 2) Massachusetts (MA), nach Everett/MA, umgezogen. Dort führten Ingenieure eine Serie von Tests durch, um die Explosionen von entzündbaren Stäuben und Dämpfen in speziellen Gehäusen zu untersuchen.

In diesem Jahr erfolgte auch die erste Zertifizierung von elektrischen Betriebsmitteln für die Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. Die Untersuchungen an ›dampfsicheren‹ (›vapor-proof‹) Gehäusen der Firmen Appleton Electric, Benjamin Electric, Crouse-Hinds und V.V. Fitting Company wurden abgeschlossen. Einige dieser Namen kennt man noch heute auf dem Markt.

Für FM Laboratories war es immer klar, dass es Normen sowohl für die Betriebsmittel, als auch für die Errichtung elektrischer Anlagen geben sollte. Deshalb arbeiteten die Factory Mutuals mit anderen Unternehmen aus der Versicherungsbranche zusammen, um 1894 ein Regelwerk für elektrische Anlagen zu erstellen, welches dann 1897 die wichtigste Quelle für den ersten ›National Electrical Code‹ (NEC) der USA wurde (Bild 3). Während es diese Anforderungen an elektrische Anlagen bereits seit 1894 gab, fanden die ersten Installationsbestimmungen speziell für elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen erst 1923 ihren Niederschlag im NEC – dem Jahr nach den ersten Zertifizierungen.

Im Jahr 1924 führten die FM Laboratories eine Gebührenordnung für Dienstleistungen ein. Zuvor hatte man diese Arbeit kostenlos ausgeführt. 1941 änderten die FM Laboratories ihren Namen in Factory Mutual Research Corporation (FMRC). Die FMRC wurde ➔

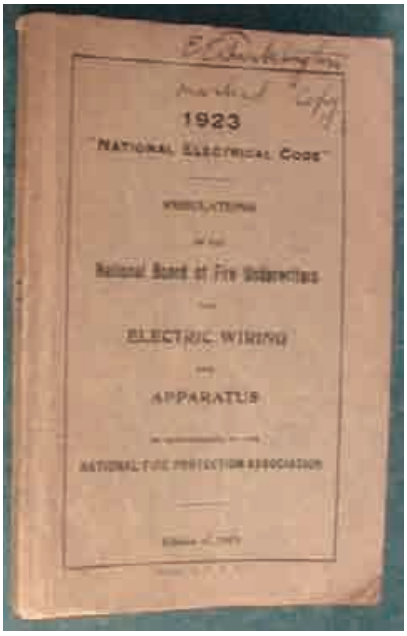


Bild 3: National Electrical Code von 1923

Bild 4: Zentrum für Branduntersuchungen in Norwood/MA – 1947

als gemeinnützige Körperschaft eingetragen und führte ihre Prüfungs- und Forschungsarbeiten fort, nun schwerpunktmäßig im Hinblick auf die Kriegsanstrengungen. Die 1940er und 1950er Jahre waren bedeutsam für FMRC, da damals der Prüfbetrieb von Everett nach Norwood/MA verlagert wurde (Bild 4), wo man ein großangelegtes Zentrum für Branduntersuchungen errichtete.

Jahre der Expansion

Anfang der 1960er Jahre erfolgte die Einladung zur Mitarbeit in einem neuen Komitee, das sich mit einer in den USA neu aufkommenden Methode zum Schutz elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen, der sogenannten ›Eigensicherheit‹, befasste. Der Ausschuss wurde von der ›Instrument Society of America‹ (ISA) ins Leben gerufen. FMRC nahm die Einladung an und beteiligte sich danach auch an weiteren Ausschüssen der ISA zum Thema explosionsgefährdete Bereiche. FMRC und seine Nachfolger arbeiten nun seit mehr als 40 Jahren mit der ISA zusammen. Inzwischen wurden vier Ingenieure der FMRC für ihre außerordentlichen Leistungen auf den Gebieten der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie der Automatisierungstechnik mit dem ›ISA Standards and Practices Award‹ ausgezeichnet.

Seit Jahren spielt die FMRC eine führende Rolle bei der Entwicklung von Schutztechniken für explosionsgefährdete Bereiche, nicht nur durch die Zusammenarbeit mit der ISA, sondern auch mit der National Fire Protection Association (NFPA) und der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC). Die 1960er Jahre brachten einen weiteren Meilenstein für FMRC, nämlich die Errichtung des weltgrößten Brandtest- und Forschungszentrums in West Gloucester, Rhode Island (RI). Das Laborgebäude umfasste mehr als 4.000 m² und befand sich auf einem über 6 km² großen Gelände. Wenn man in den 60er Jahren auch eifrig mit Prüfungen von Explosionsschutzeinrichtungen beschäftigt war, so war das doch nichts im Vergleich zu dem, was im folgenden Jahrzehnt noch kommen sollte.

1971 erließ das US-Arbeitsministerium das Arbeits- und Gesundheitsschutzgesetz (Occupational Safety and Health Act), welches der für Arbeits- und Gesundheitsschutz zuständigen Behörde, der OSHA, das Recht einräumte, für alle praktischen Anwendungen zu verlangen, dass elektrische Anlagen für explosionsgefährdete Bereiche von speziellen Prüflabors, wie der FMRC, zertifiziert werden müssen (Bild 5).

Die Arbeit stieg dadurch exponentiell an und so hatte der Mitarbeiterstab an Ingenieuren Mühe, mit der Nachfrage der Industrie nach Produktzulassungen Schritt zu halten. Nicht nur die Produktion von Betriebsmitteln nahm zu, sondern auch die Anforderungen in den Normen wuchsen. FMRC arbeitete weiterhin im Exekutivkomitee des nationalen Komitees der USA bei der Internationalen Elektrotechnischen Kommission mit und fungierte als technischer Berater des Komitees IEC-TC-31 der USA. Die Komiteearbeit beinhaltete auch Führungsaufgaben, wie z. B. Geschäftsführung und Vorsitz von verschiedenen ISA-Ausschüssen und -Unterausschüssen, sowie die aktive Mitgliedschaft im NFPA-Komitee für elektrische Anlagen in explosionsfähiger Atmosphäre. Außerdem war die FMRC aktiv im National Electrical Code Komitee der NFPA tätig, insbesondere in der Sachverständigengruppe, die sich mit den Errichtungsbestimmungen für elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen beschäftigt.

Bild 5: FM-Approvals Genehmigungszeichen

Außerhalb der USA

In den 1980er Jahren nahm die Arbeit immer weiter zu, als amerikanische Hersteller sich verstärkt nach neuen und expandierenden Märkten in Übersee umsahen. Um deren Nachfrage nach Unterstützung bei internationalen Zulassungen zu leisten, begann die FMRC Ausschau nach Möglichkeiten für Stützpunkte außerhalb der USA zu halten. 1982 wurde die FMRC von der Standards Association of Australia als eines der ersten ausländischen Prüflabors anerkannt, welche die australische Zulassung von Betriebsmitteln für Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen unterstützt. 1986 wurde die erste gegenseitige Anerkennungsvereinbarung mit der Physikalisch-Technischen-Bundesanstalt (PTB) in Deutschland geschlossen, gefolgt von Vereinbarungen mit anderen renommierten Labors in Europa, Kanada, Südamerika, Asien und Australien (Bild 6).

Bild 6: Gegenseitige Anerkennungsvereinbarungen von internationalen Prüfstellen

1988 erfolgte mit der Einrichtung des Nationally Recognized Testing Laboratory Programms (NRTL) eine Festlegung des Anerkennungssystems für Prüflabors in den USA durch die OSHA-Behörde. Die FMRC erhielt von Anfang an die Akkreditierung innerhalb dieses Systems. Unabhängig von der Entwicklung der amerikanischen Wirtschaft und der Weltwirtschaft stieg der Arbeitsanfall im weiteren Verlauf der 80er und 90er Jahre weiterhin dramatisch an.

1996 schlossen sich die USA mit der Anerkennung des Drei-Zonen-Klassifizierungssystems für explosionsgeschützte Bereiche und den damit verbundenen Zündschutzarten dem Rest der Welt an. Damit endeten die 25-jährigen Bemühungen innerhalb der USA, sich auf einen Weg zu einigen, auf dem man das IEC-System in das seit langem bestehende und gut entwickelte amerikanische System für elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen integrieren konnte. Die FMRC war dabei an vorderster Front bei verschiedenen Ausschussarbeiten zur Entwicklung von akzeptablen Betriebsmittel- und Installationsnormen beteiligt.

Bis 1999 hatten sich die 42 Gesellschaften, die einst die Factory Mutuals gebildet hatten, zusammengeschlossen und verschmolzen im Laufe der Jahre zu drei Gesellschaften, der Arkwright Mutual Insurance Company, der Allendale Mutual Insurance Company und der Protection Mutual Insurance Company. Diese drei fusionierten schließlich ein letztes Mal zu einer einzigen Gesellschaft, der Factory Mutual Insurance Company, die jetzt als FM Global ihre Tätigkeit ausübt. Der Zusammenschluss der drei Mutter-Versicherungsunternehmen führte zu einer Reihe von wichtigen Veränderungen für die FMRC.

Im Jahr 2002 wurde aus der FMRC die FM Global Technologies LLC. Eine ihrer Abteilungen, die FM Approvals, ist für die Fortführung der Aktivitäten im Bereich Produktprüfung und Zulassung zuständig.

Vorbereitung auf die Zukunft

Nachdem Ende 2003 die Modernisierung und Expansion des Testzentrums in West Glocester/RI für 60 Millionen Euro abgeschlossen war, konnte der FM Global Research Campus eingeweiht werden (Bild 7). Im Zuge der Expansion wurden die Prüfungen für Betriebsmittel zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen von Norwood/MA in diesen Forschungscampus verlegt. Neue computergesteuerte Systeme zur Gasmischung und Messung des Explosionsdrucks wurden im Messraum der neuen Anlage installiert, um damit die Prüfungen zu beschleunigen und die Datenkonsistenz zu verbessern (Bild 8). Man hat nun auch die Möglichkeit, in dem ausgedehnten Prüffeld (160m² und einer Höhe von 6 m) viel größere Geräte zu testen (Bild 9). ➔

Bild 7: Forschungscampus in West Glocester/RI

Bild 8: Mess- und Steuerraum des Prüflabors

Bild 9: Prüflabor für explosionsfähige Gase in West Glocester/RI

Weltweite Ausdehnung

Im Jahr 2004 führten die laufenden Bemühungen, die weltweiten Zertifizierungslösungen über die gegenseitigen Anerkennungsvereinbarungen auszudehnen, zu neuen Akkreditierungen durch eine internationale Organisation (IECEx Scheme) sowie durch kanadische und europäische Stellen. FM Approvals (ein Bereich von FM Global Technologies) wurde 2004 als Zertifizierungsstelle (ExCB) und Prüflabor (ExTL) unter dem IECEx-Certification Scheme akkreditiert mit der Berechtigung, Prüfberichte (ExTRs), Qualitätsbewertungsberichte (QARs) und Konformitätsbescheinigungen (CoCs) zu erstellen.

2005 wurde FM Approvals (ein Bereich von Global Technologies) von dem kanadischen Standards Council (SCC) als Zertifizierungsstelle und Prüforganisation für alle elektrischen Produkte in Kanada akkreditiert. Obwohl viele zuständige Organisationen auf nationaler und internationaler Ebene die Arbeit von FM Approvals schon anerkannt hatten, war dies das erste Mal, dass das FM-Gütezeichen offiziell außerhalb der USA anerkannt wurde.

Zur Unterstützung der anwachsenden Tätigkeiten für China eröffnete FM Approvals im Jahr 2005 das erste Büro außerhalb der Vereinigten Staaten in Beijing, Volksrepublik China.

Im Januar 2006 wurde aus FM Global Technologies LLC die Firma FM Approvals LLC – so lautet nun der aktuelle offizielle Name der Zertifizierungsstelle, die seit 2002 bisher unter dem bekannten Namen FM Approvals tätig war.

Das zweite Büro außerhalb der USA wurde 2006 in Singapur eröffnet, um dem beständigen Wirtschaftswachstum im gesamten asiatischen Raum Rechnung zu tragen.

Ebenfalls im Jahr 2006 wurde im Zuge einer Verstärkung der Aktivitäten in Europa FM Approvals Ltd gegründet und von der Regierung des Vereinigten Königreichs zum European Notified Body (›Benannte Stelle‹) gemäß ATEX-Richtlinie (EG-Richtlinie 94/9/EG zum Explosionsschutz) ernannt. Um die

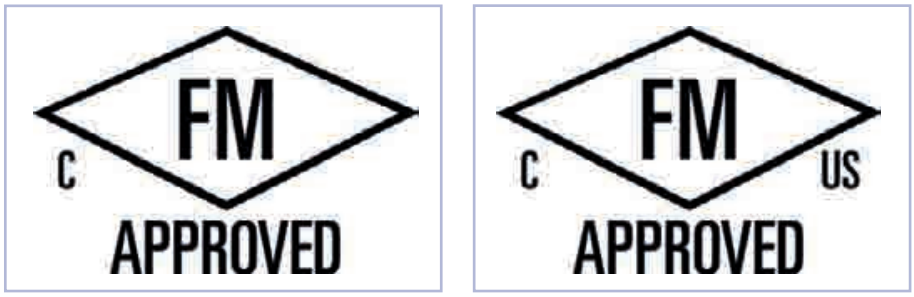


Bild 10: Kanadische Zertifizierungskennzeichen

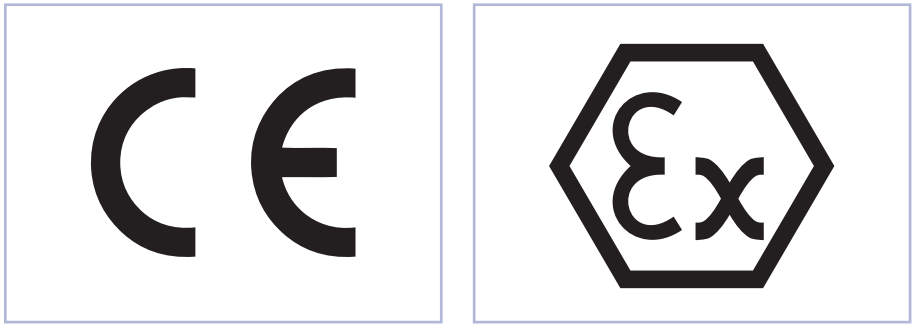


Bild 11: EG-Konformitätszeichen und Explosionsschutzkennzeichen

Arbeiten bei den Zulassungen nach ATEX-Richtlinie zu unterstützen, arbeitet das Büro von FM Approvals in Windsor/UK eng mit den Prüflabors in Norwood und West Glocester in den USA zusammen. FM Approvals kann nun aus einer Hand amerikanische, kanadische und europäische Zertifizierungen erteilen. Dies bietet den Herstellern einen schnellen und wirtschaftlichen Weg zu den internationalen Märkten.

Anfang 2007 erhielt FM Approvals Ltd die Akkreditierung als Produktzertifizierungsstelle durch den Akkreditierungsdienst des Vereinigten Königreichs (UKAS). Mit dieser UKAS-Akkreditierung ist zu erwarten, dass FM Approvals Ltd bald als ExCB von der IECEx anerkannt wird.

Was ist das Besondere an FM Approvals?

FM Approvals und FM Global verfolgen parallele Interessen. FM Global hat als weltweit größter Versicherer von industriellen und gewerblichen Vermögenswerten ein großes Interesse an der Schadensvermeidung durch die von FM Approvals zertifizierten Produkte. Die weltweit mehr als 1.500 Ingenieure von FM Global operieren von 55 Standorten aus. Sie führen jährlich mehr als 600.000 Begutachtungen in 110 Ländern durch und können damit auch die Qualität der Produkte im Hinblick auf Schadensvermeidung in ihrer gesamten Nutzungszeit überwachen.

Die Zukunft

In der 172-jährigen Geschichte von FM Approvals gab es eine Vielzahl von Höhepunkten, die weitere besondere Erfolge auch in der Zukunft erwarten lassen. FM Approvals wird seine weltweite Präsenz sowie die Zertifizierungsaktivitäten weiter betreiben. Die damit verbundene Expansion wird zu einer steigenden Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen Produkten und Dienstleistungen, insbesonders auch für den Explosionsschutz in industriellen Anlagen, führen.

www.fmapprovals.com

Explosionsgeschützte Beleuchtung

auf flüssiggasbetriebenen Versorgungsschiffen

von Per Helgeland und Andreas Kaufmann

Bild 1: Hubschrauberdeck mit explosionsgeschützten Flutlichtscheinwerfern und Perimeterleuchten der Firma Tranberg

Wesentliches Ziel der Vorschriften für elektrische Anlagen auf Schiffen ist es, sicherzustellen, dass sämtliche an Bord eingesetzten elektrischen Betriebsmittel so konzipiert, gebaut und installiert werden, dass die Sicherheit für den Bediener gewährleistet und die Brand- und Explosionsgefahr auf ein Minimum reduziert wird.

Neues Logo für explosionsgeschützte Produkte im Offshore-Bereich

Für Tankschiffe für Flüssigerdgas LNG (Liquefied Natural Gas) und Flüssiggas LPG (Liquefied Petroleum Gas), mobile Offshore-Einheiten, schwimmende LNG-Produktionsanlagen, Produktions-, Lager- und Übergabeschiffe (FPSO), Erdgasleitungen und vergleichbare Systeme wurden von den zuständigen autorisierten Stellen Normen und Vorschriften zur Gefahrzoneneinteilung entwickelt. In den meisten Bereichen der Gasversorgungskette haben Spezialisten im Hinblick auf Gefährdungsanalyse und Sicherheitsmanagement beträchtliche Erfahrungen erarbeitet und gesammelt.

Flüssiggasbetriebene Versorgungsschiffe

Bereits das zweite von zwei mit verflüssigtem Erdgas (LNG) betriebene Versorgungsschiff wurde vor kurzem an die norwegische Firma STATOIL geliefert. Diese Schiffe werden von der Firma Statoil vor allem für die Aufgaben im Tampen-Gebiet in der Nordsee genutzt.

Durch die Verwendung von LNG als Treibstoff wird die Emission von Stickstoffoxid und Kohlendioxid deutlich reduziert. Die beiden Schiffe werden pro Jahr ca. 400 Tonnen weniger Stickstoffoxide ausstoßen als vergleichbare, mit Dieselmotoren betriebene Schiffe. Diese Einsparung entspricht der Menge, die von ca. 40.000 Autos jährlich freigesetzt wird. Zusammen verbrauchen die Schiffe pro Jahr ca. 7.000 Tonnen LNG.

Beide Schiffe wurden von der Kleven Werft, Ulsteinvik in Westnorwegen gebaut. Møkster Shipping ist Eigentümer und Betreiber der ›Stril Pioner‹ (Bild 2), während die ›Viking Energy‹ (Bild 3) der Eidesvik Shipping gehört und von dieser Gesellschaft auch betrieben wird.

Um den Sicherheitsanforderungen zu entsprechen, muss ein Teil der externen Beleuchtung explosionsgeschützt ausgeführt und zugelassen sein. Eine Schemazeichnung, zeigt die Zoneneinteilung an Bord der Schiffe (Bild 4).

Wo müssen explosionsgeschützte Leuchten an Bord eines Schifftyps verwendet werden? Sie werden dort vorgeschrieben, wo entsprechend hohe Konzentrationen von explosionsfähigen Dämpfen auftreten können. Auf diesen Schiffen befinden sich solche Zonen typischerweise im Bereich der Brennstofflagerung, des Belüftungssystems aus dem Maschinenraum, sowie im Bereich der Abgasleitungen.

Als weltweiter Lieferant von Positionsleuchten, Flutlichtscheinwerfern, Deckleuchten, Hindernisfeuern und kompletten Helideck-Beleuchtungssystemen liefert die Firma Tranberg auch sichere und bewährte Leuchten in explosionsgeschützter Ausführung für alle Anwendungsfälle auf Schiffen. ➔

Bild 2: Stril Pioner

Bild 3: Viking Energy

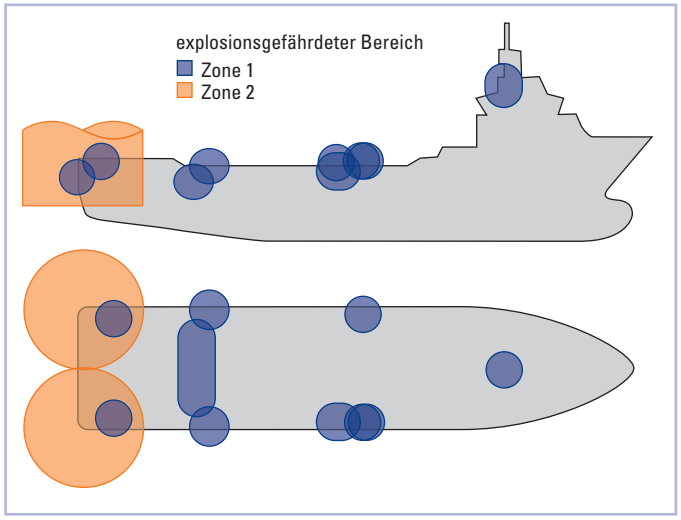


Bild 4: Zoneneinteilung an Bord der Schiffe

Bild 5: Positionsleuchte Typ TEF2870 Zone 2

Bild 6: Leuchte TEF2425 Zone 1

Das Tranberg-Leuchtenprogramm

› Positionsleuchten
Die Mehrzahl der Positionsleuchten auf den Schiffen ›Stril Pioner‹ und ›Viking Energy‹ ist außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen montiert. Die Umgebung der Abgasleitungen ist jedoch als explosionsgefährdeter Bereich Zone 2 eingestuft. In diesem Bereich müssen die dort installierten Leuchten den Anforderungen der ATEX-Richtlinie 94/9/EG entsprechen. Die verwendete Positionsleuchtenserie Tranberg TEF2870 ist für die Verwendung in Zone 2 geeignet und zugelassen (Bild 5).

Alle Tranberg Positionsleuchten sind für den Einsatz in rauer Umgebung konzipiert. Gemäß der Firmenphilosophie haben alle Produkte und Dienstleistungen höchsten Industrieanforderungen zu genügen. Dies setzt voraus, dass sämtliche Produkte effizient und zuverlässig funktionieren und es dem Unternehmen erlauben, dauerhaft konkurrenzfähig zu bleiben. Die Konstruktion der Tranberg Positionsleuchten basiert auf langjähriger Erfahrung und intensiver Entwicklungsarbeit auf dem Gebiet der Schiffsbeleuchtung. Sorgfältig ausgewählte Materialien gewährleisten höchste Qualität und Wartungsfreiheit, sowie eine lange störungsfreie Lebensdauer. Tranberg Positionsleuchten haben sich durch jahrelangen Einsatz in rauer Umgebung vielfach bewährt und gelten bei vielen Schiffskonstrukteuren, Schiffseigentümern und Werften in der ganzen Welt als erste Wahl.

› Deckleuchten
Ein Teil der Deckleuchten auf diesen Schiffen sind im Bereich der Brennstofflagerung montiert. Darüber hinaus sind viele der Versorgungsschiffe dafür vorgesehen, Bohrinseln und andere Offshore Einrichtungen mit Methanol zu versorgen. Auf all diesen Schiffen sind die Bereiche innerhalb eines Abstands von 20 Metern zum Brennstofflager in die Zone 1 eingestuft. Entsprechend müssen alle dort montierten Deckleuchten und Deckscheinwerfer den Anforderungen der Kategorie 2 (Zone 1) genügen (Bild 6/7). Auf der ›Stril Pioner‹ und der ›Viking Energy‹ befinden sich auf beiden Seiten des Hecks Bereiche der Zone 1, wobei der Bereich um die Belüftungsleitungen und die Ladereling ebenfalls als explosionsgefährdet eingestuft ist, jedoch der Zone 2 entspricht. Deshalb muss die Ladereling mit Leuchten in Ausführung für Zone 2 ausgerüstet werden (Bild 8).

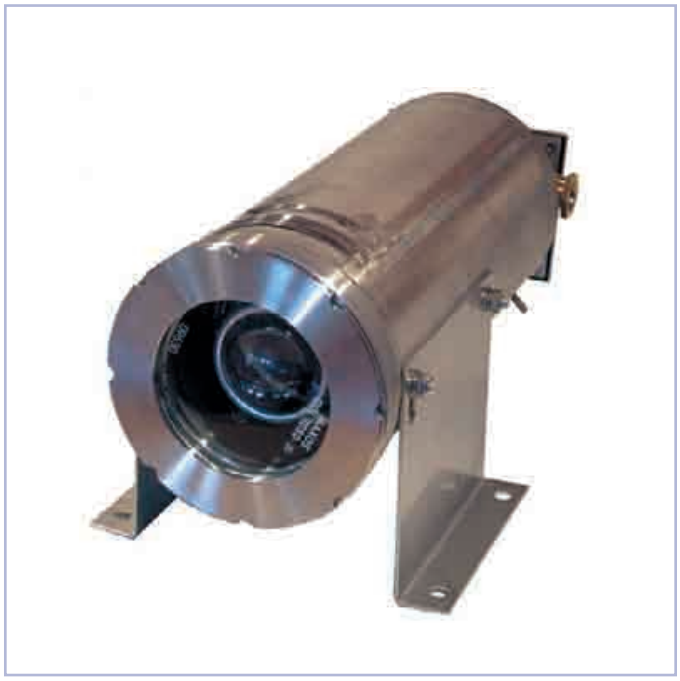


Bild 7: Helideckbeleuchtung: Scheinwerfer Zone 1 TEF 9964

Bild 8: Leuchte TEF2440 Zone 2

› Helideckleuchten

Perimeterleuchten, Scheinwerfer und beleuchtete Windsacksysteme dienen der besseren Orientierung für Hubschrauberpiloten beim Anflug auf Hubschrauberplattformen. Die dafür von Tranberg konzipierten Windsack- und Beleuchtungssysteme eignen sich für den Einsatz unter schwierigsten Umgebungsbedingungen auf Hubschrauberlandeplätzen (Bild 1). Die Flutlichtscheinwerfer sorgen für eine ausreichende Beleuchtung des gesamten Bereichs, ohne die Piloten oder das Hubschrauberpersonal zu blenden.

Tranberg Beleuchtungssysteme für Helidecks werden weltweit in Offshore-Anlagen, auf Öltankern, Gebäuden und Versorgungsschiffen eingesetzt. Sie entsprechen den CAP 437 Anforderungen zur Beleuchtung des Lande- und Startbereichs von Hubschrauberdecks.

Sämtliche Leuchten für Hubschrauberdecks erfüllen außerdem die Anforderungen gemäß ATEX-Richtlinie 94/9/EG und sind damit für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen geeignet.

Sicher auch in der Wüste

Prozessgasanalyse erhöht Wirkungsgrad im Offshore-Bereich und schont die Umwelt

von Alexander Scholl, Helmut Schulz und Dagmar Sorg-Ehrhardt

Bild 1: Mit South Pars wird derzeit das größte Offshore-Gasfeld der Welt erschlossen. Siemens lieferte bereits für drei von bislang fünf Ausbaustufen die komplette Prozessanalytik

Bei der Erschließung des größten Offshore-Erdgasfelds der Welt werden an die Analysentechnik hohe Anforderungen gestellt. Im heißen Wüstenklima und bei Sandstürmen wird die Förderung und Aufbereitung des Erdgases überwacht. Dies erhöht die Ausbeute und entlastet die Umwelt. Auch in der fünften Ausbaustufe wurden wieder die weltweit bewährten Prozess-Gaschromatographen (PGC) eines deutschen Systemlieferanten ausgewählt und in ein speziell wüstentaugliches System integriert.

Das größte Offshore-Gasfeld liegt im persischen Golf im Grenzgebiet zwischen dem Iran und Qatar (Bild 1). Der iranische Anteil umfasst 10 % der Weltgasreserven, nämlich rund 12.000 Kubikkilometer. Zum Vergleich: Der Bodensee fasst etwa 48 Kubikkilometer – allerdings Süßwasser. Die komplette Welt könnte mit diesem Gas fünf Jahre lang versorgt werden. Der iranische Teil wird seit 2002 als Energiequelle genutzt. In insgesamt ca. 25 Ausbaustufen wird das gesamte Gasfeld in den nächsten Jahren erschlossen, wobei die ersten fünf Ausbaustufen entweder bereits in Betrieb sind oder gerade gebaut werden. Jede Ausbaustufe erfordert eine Investition von ca. 0,8 Mrd. Euro. Siemens-Prozessanalytik kam bisher bei jeder Ausbaustufe zum Einsatz. Als Systemlieferant wurde Siemens für die komplette Analytik der Ausbaustufen eins, vier und fünf gewählt. Gesamtprojektverantwortlicher für die Ausbaustufen vier und fünf ist Hyundai Engineering & Construction Company Ltd. aus Süd-Korea.

Mit 70 m Wassertiefe ist der Persische Golf relativ flach. Das Gas wird auf Plattformen gefördert und anschließend durch ein 31-Zoll-Rohr zur Weiterverarbeitung 100 km zur Küste gepumpt.

Wüstentaugliche Analytik

Extreme Umweltbedingungen mit fast 50 °C Hitze im Sommer, Sandstürmen und korrosiver maritimer Atmosphäre stellen besondere Anforderungen an die Technik. Es wurde aus diesem Grund weitgehend auf Kompressorklimaanlagen verzichtet. Stattdessen wurden entweder Luftkühlungen oder mit Kühlwasser betriebene Konvektionskühler eingesetzt. Diese Kühltechnik kommt ohne Gebläse und außen liegenden Wärmetauscher aus.

Nachteil ist jedoch die relativ geringe Kühlleistung, weshalb für einige Systeme dann doch klassische Kompressorkühler eingesetzt werden. Von den Analysenhäusern ragen 4 m hohe Rohre in den Himmel, mit denen die Frischluft angesaugt wird. Kombiniert mit einer Sandfalle ist auch im Sandsturm die Spülluft ausreichend sauber.

Ein eigenes Sicherheitssystem in jedem Analysenhaus überwacht neben der Frischluftversorgung weitere Sicherheitsparameter. Herzstück dieses Sicherheitssystems ist ein Logo!-Modul von Siemens. Dieses Logo!-Modul kann auf der Baustelle einfach umprogrammiert werden, falls sich an dem Sicherheitskonzept etwas ändert.

Produkte der Erdgasverarbeitung

Das rohe Erdgas besteht zu über 80 % aus Methan. Der Rest des Rohgases sind höherwertige Kohlenwasserstoffe, Wasserdampf, Stickstoff, CO_2 und Schwefelverbindungen. Bei der Erdgasaufbereitung werden diese Komponenten voneinander getrennt. So besteht Erdgas für Einzelfeuerungen in der Industrie und Haushalten zu über 99 % aus Methan. Daneben werden aus dem Rohgas weitere Produkte gewonnen. So findet das als Kondensat anfallende Flüssiggas seinen Einsatz als Treibstoff für Fahrzeuge. Durch die Zersetzung schwefelhaltiger Aminosäuren während der Entstehung enthält Erdgas Schwefelverbindungen, die unter anderem als Schwefelwasserstoff vorliegen. Dieser Schwefel wird in Erdgasentschwefelungsanlagen unter Anwendung des Claus-Verfahrens in elementarer Form gewonnen. Beim Claus-Prozess, dem weltweit bedeutendsten Gasentschwefelungsverfahren, wird der Schwefelwasserstoff in zwei Stufen mit Hilfe eines Katalysators zu Schwefel oxidiert. Dieser so gewonnene Schwefel ist von hoher Reinheit (ca. 99,5 %) und findet unter anderem in der Arzneimittelherstellung, in der Kosmetikindustrie, bei der Vulkanisation von Kautschuk und im Pflanzenschutz Verwendung. ➔

Bild 2: Probenentnahme und Probenleitung. Die Probe wird mit Dampf bis zum Analysator auf exakt 145 °C gehalten

Bild 3: Analysenschrank mit Gaschromatograph PGC Maxum Edition II und Konvektionskühlung

Da sich Claus-Anlagen weltweit immer größeren Umweltauflagen unterwerfen müssen, wird in modernen Anlagen das Claus-Verfahren mit anderen Verfahren kombiniert, um die geforderte höhere Schwefelrückgewinnungsrate zu erfüllen. Je nach Verfahren und unter optimalen Bedingungen können so Rückgewinnungsraten von 99,5 % und mehr erreicht werden.

Gaschromatographie im Claus-Prozess

Zur Steuerung und Überwachung des Claus-Prozesses werden Analysen benötigt. Die Prozess-Gaschromatographie (PGC) hat sich hierbei als betriebssichere und kostengünstige Methode etabliert. Die wichtigste Analyse ist die Messung der Konzentrationen von Schwefelwasserstoff (H_2S) und Schwefeldioxid (SO_2) im entschwefelten Gas (Tail-Gas) und daraus die Berechnung des Verhältnisses von H_2 zu O_2. Dieses Verhältnis ist im optimalen Betrieb zwei zu eins. Außerdem wird der Schwefelwasserstoffgehalt des Einsatzgases (Feed Acid Gas) und des Gasraums über der Schwefelgrube (Sulphur Pit) gemessen.

Die Zusammensetzung der Messgase an den erwähnten Messstellen ist zwar sehr verschieden, jedoch gibt es Gemeinsamkeiten, die die eigentliche Herausforderung für eine Analyse darstellen. Das Probengas ist bereits mit Schwefeldampf gesättigt oder elementarer Schwefel kann unter ungünstigen Bedingungen entstehen, wenn ein Probenstrom gleichzeitig H_2 und O_2 enthält. Der elementare Schwefel kann auf Grund seiner chemisch-physikalischen Eigenschaften Probenleitungen und Analysator verstopfen. Wenn die Probentemperatur unter 135 °C sinkt, bzw. über 150 °C ansteigt, wird Schwefel fest bzw. zähflüssig. Deshalb muss die Probentemperatur bei 145 °C gehalten werden.

Enthält das Messgas auch O_2 in größeren Mengen, wie es zum Beispiel im Tail-Gas der Fall ist, können durch Nebenreaktionen COS und C_2 entstehen. COS und S_2 stören eine UV-spektrometrische Messung von H_2 und O_2. Bei Verwendung eines Prozess-Gaschromatographen haben diese Komponenten jedoch keinen negativen Einfluss auf die Messung.

Die Probe muss lückenlos von der Entnahmestelle bis zum Analysator auf 145 °C beheizt werden (Bild 2). Geringe Abweichungen von dieser Temperatur können zum Ausfall der Analytik führen. Dampfbeheizungen für die Probenentnahme und den -transport mit einer genauen Temperaturregelung und aufwändiger Isolation erfüllen diese Anforderung.

Auch in der Probenaufbereitung mit ihren vielfältigen Komponenten wie Ventilen und Filtern darf dieser enge Temperaturbereich nicht verlassen werden. Als betriebssichere und kostengünstige Lösung bietet sich hierbei an, die Probenaufbereitung in den Analyseofen eines PGCs zu integrieren. Aus diesem Grund eignen sich für die Claus-Gasanalyse PGC-Modelle mit zwei Öfen.

Der Claus-Gasanalysator Siemens PGC Maxum edition II (Bild 3) ist mit zwei getrennt beheizbaren Öfen mit Masseheizung (›double airless‹) ausgestattet: Im rechten Ofen (Bild 4) befindet sich das Analysesystem mit Trennsäulen, Schaltung und Detektor, im linken Ofen ist die Probenaufbereitung, die Kalibriermedienaufgabe und das Dosierventil untergebracht.

Die Probenaufbereitung beinhaltet auch eine Sicherheits-Rückspüleinrichtung: Die Probenleitung wird im Störfall (PGC ›not ready‹, Spannungsausfall, Temperaturalarm) mit Stickstoff oder Luft zurückgespült, um ein Zusetzen mit festem oder plastischem Schwefel zu verhindern. Alle Claus-Gasanalysatoren einer Anlage können mit anderen Prozess-Gaschromatographen vom Typ Maxum edition II vernetzt und über eine zentrale Bedienstation überwacht werden. Außerdem ist die Anbindung an das Prozessleitsystme über das Modbus-Protokoll möglich.

Inzwischen hat SIEMENS weltweit fast 40 Claus Gas Analyser mit dieser Zwei-Ofen-Technologie entweder als PGC302 oder als Maxum edition II ausgeliefert.

Die Maßnahmen zum Explosionsschutz dieser Anlagen werden im folgenden Artikel (Seite 49 bis 53) beschrieben.

Nachdruck aus P&A, Ausgabe Juni 2005, Seite 38
Mit freundlicher Genehmigung der SIEMENS AG

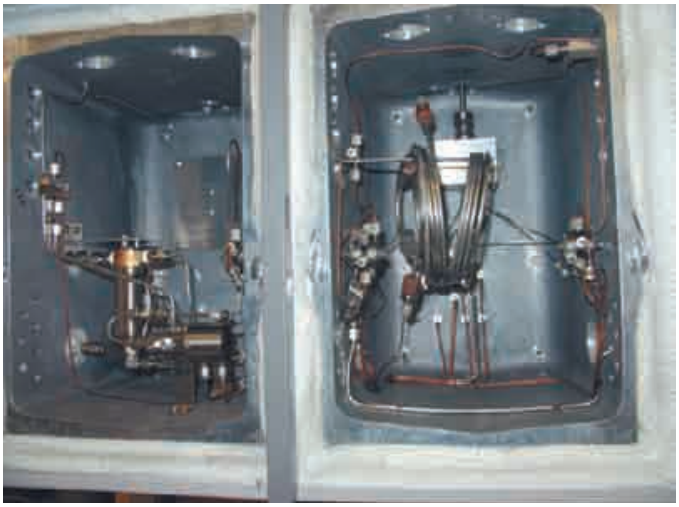


Bild 4: Doppelofentechnik beim Prozess-Gaschromatographen Maxum edition II: Detektor und Probenaufbereitung sind räumlich getrennt

Explosionsschutz bei der Prozessanalyse

Sicherer Betrieb bis an die Explosionsgrenze

von Jürgen Poidl und Helmut Schulz

Bild 1: Wüstentaugliches Analysenhaus (TVR) mit außeninstallierten explosionsgeschützten Betriebsmitteln

In chemischen Produktionsanlagen werden Gasanalysegeräte zur automatischen Messung der Eigenschaften von Prozessströmen verwendet. Mit Hilfe dieser Messungen werden damit wesentliche Funktionen der Prozesstechnik durch Steuerung und Überwachung der Temperatur, der Feuchte und der chemischen Zusammensetzung der Gase und Flüssigkeiten unterstützt.

Aus wirtschaftlichen Gründen werden zum Teil die Produktionsprozesse in den Chemiereaktoren immer näher an der Explosionsgrenze betrieben. Es ist deshalb zwingend notwendig, dass die explosionsgeschützten Gasanalysegeräte, die zur Explosionsgrenzenüberwachung eingesetzt werden, ständig die benötigten Daten an die Prozessleittechnik liefern. Durch die spezielle Sicherheitstechnik von Siemens und R. STAHL ist der Betrieb der Gasanalysegeräte, der elektrischen Betriebsmittel und der Sicherheitseinrichtungen selbst unter Grenzbedingungen möglich. →

Im Beispiel aus dem Artikel ›Sicher in der Wüste‹ auf Seite 46 dieser Ausgabe wird beschrieben, wie Prozessanalysegeräte in containerähnlichen Baugruppen oder separaten Räumen angeordnet sind (siehe Bild 1, Seite 49). Durch brennbare Gase oder Flüssigkeiten, die bei der Probennahme freigesetzt werden können, ist mit der Bildung von explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen. Durch die Einleitung der brennbaren Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten in die Geräteräume entstehen Risiken, ebenso durch Leckagen an den Rohrsystemen oder durch Eintrag explosionsfähiger Atmosphäre aus den umgebenden Bereichen. Zwei Aspekten gilt nun das Hauptaugenmerk, zum einen der Verhinderung von explosionsfähigen Gasgemischen und zum anderen der Aufrechterhaltung einer nicht gesundheitsschädigenden Umgebung.

Um diesen beiden Aspekten Rechnung zu tragen, wird der betreffende Anlagenraum belüftet. Bei der Bemessung der technischen Lüftung sind die maximalen Freisetzungsmengen, die aus dem Containmentsystem austreten können, zu beachten (Tabelle 1). Das Ziel ist die Verdünnung auf Werte unterhalb der unteren Explosionsgrenze (UEG; Konzentration von brennbarem Gas oder Dampf in Luft, unterhalb der die Atmosphäre nicht explosionsfähig ist) sicherzustellen. Es gibt drei wesentliche Normen, die die sicherheitstechnischen Anforderungen beschreiben:

- EN 61285 ›Prozessautomatisierung – Sicherheit von Analysengeräteräumen‹ (AGR) [1]
- DIN EN 50381 ›Transportable ventillierte Räume mit oder ohne innere Freisetzungsstelle‹ (TVR) [2]
- DIN EN 60079-10 Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche [3]

Definition der Zündschutzart ›v‹

- 3.18 Zündschutzart v
  Zündschutzart mit dem Ziel, ein Explosionsrisiko auf ein angemessenes Maß zu reduzieren, indem die Ausbildung einer explosionsfähigen Atmosphäre in der Umgebung einer Zündquelle verhindert wird.
- 3.18.2 Zündschutzart v2
  geeignet zur Verwendung in Bereichen, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Gasen, Dämpfen oder Nebeln auftritt. Die Zündschutzart v2 gewährleistet das erforderliche Maß an Schutz selbst bei häufigen Gerätestörungen oder Fehlerzuständen, die üblicherweise bei der Aufrechterhaltung einer positiven Druckdifferenz zwischen dem Innenraum des ›Transportablen Ventilierten Raums‹ (TVR) und seiner Umgebung und gegebenenfalls einer ausreichenden Belüftung (Ventilation) zu erwarten sind.
- 3.18.3 Zündschutzart v3
  geeignet zur Verwendung in Bereichen, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel auftritt, aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraums. Die Zündschutzart v3 gewährleistet das erforderliche Maß an Schutz im normalen Betrieb durch Aufrechterhaltung einer positiven Druckdifferenz zwischen dem Innenraum des TVR und seiner Umgebung und gegebenenfalls einer ausreichenden Belüftung (Ventilation).
- 3.18.4 Zündschutzart v4
  geeignet zur Verwendung in Bereichen, die üblicherweise als sicher angesehen werden, in denen aber bedingt durch den Betrieb von Einrichtungen innerhalb des TVR das Risiko einer explosionsfähigen Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel auftreten könnte. Wenn diese Komponenten auftreten, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraums. Die Zündschutzart v4 gewährleistet das erforderliche Maß an Schutz im normalen Betrieb bei der Aufrechterhaltung einer negativen Druckdifferenz zwischen dem Innenraum des TVR und seiner Umgebung und gegebenenfalls einer ausreichenden Belüftung (Ventilation).

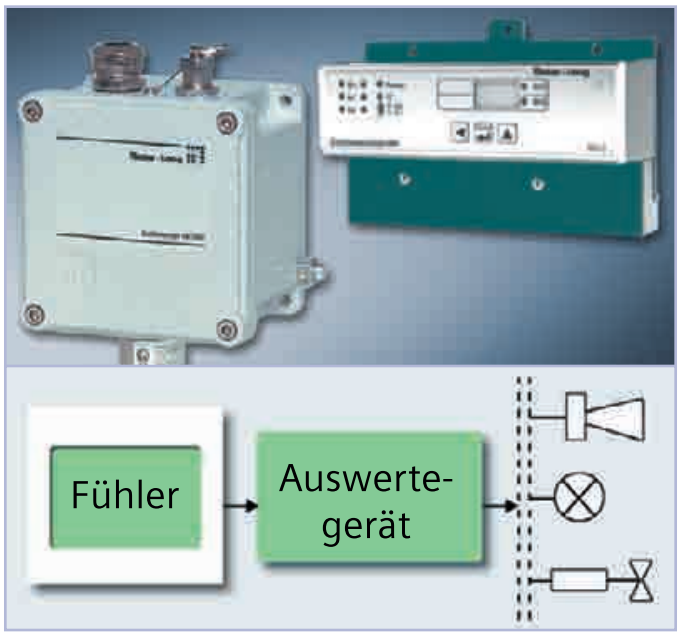


Bild 2: Gasmess- und warnsysteme

Das Funktionsprinzip der Zündschutzart ›v‹

Die Zündschutzart v ist mit der Überdruckkapselung vergleichbar. Aufgrund der Druckverhältnisse im Container gegenüber der Umgebung sind verschiedene mögliche Betriebszustände zu beachten.

Je nach Art des Systems können innere Freisetzungsstellen von brennbaren Flüssigkeiten, Gasen oder Dämpfen vorhanden sein. Die Beurteilung, wann ein gefährliches Gemisch mit der Luft im Inneren auftreten kann, wird anhand der Stoffe bei der Probenaufbereitung und der Messung der Gaskonzentration vorgenommen. Die Norm EN 60079-10 dient dazu, die Verdünnungsbereiche um die Freisetzungsstellen in Zonen einzuteilen. Durch diese Zoneneinteilung wird in Abhängigkeit vom Montageort festgelegt, wo nicht explosionsgeschützte und wo explosionsgeschützte Betriebsmittel installiert werden müssen. Eine Besonderheit liegt in der Begehbarkeit der Container. Aus den großen Abmessungen ergeben sich im Vergleich

zu anderen Geräten zusätzliche Bedingungen, da sich Menschen in diesen Räumen aufhalten können.

Vor der Aufnahme des Betriebs wird der gesamte Raum mit Druckluft, ›sauberer‹ Umgebungsluft oder Inertgas gespült. Diese Vorspülphase schafft die notwendigen Voraussetzungen zum sicheren Betrieb und gewährleistet eine geeignete Luftqualität im Inneren des TVR. Bei der Typprüfung wird die Vorspülzeit abhängig von dem Spülvolumen festgelegt, indem die Zeit gemessen wird, die ausreichend ist, um die Konzentration der brennbaren Gase oder Dämpfe auf ein sicheres Maß abzusenken.

Ähnlich zur Zündschutzart Überdruckkapselung ›p‹ wird nach der Vorspülphase der Druckunterschied zur Umgebung gemessen. Nach dem Start müssen der Vorspül-Volumenstrom und der Differenzdruck zwischen dem TVR und der Umgebung entsprechend überwacht werden. Bei den Zündschutzarten v2, v3 oder v4 wird der kleinste festgelegte Volumenstrom des Zündschutzgases zum Zweck der Ventilation durch den TVR und der Differenzdruck gemessen. Wenn sich diese Werte innerhalb der festgelegten Grenzwerte befinden, läuft die Vorspülzeit ab. Nach Ablauf der Vorspülzeit wird der Volumenstrom auf den Wert zum Zweck der Ventilation (ständige Durchspülung) abgesenkt. Danach kann die Spannungsversorgung der Betriebsmittel eingeschaltet werden. Der innere Überdruck (für v2 und v3) verhindert das Einströmen der umgebenden Atmosphäre und dient als Maß zur Aufrechterhaltung des Explosionsschutzes. Bei der Zündschutzart v4 darf keine gefährliche Atmosphäre aus dem TVR in die Umgebung gelangen. Deshalb wird der Unterdruck zur Umgebung überwacht.

Zusätzlich ist die Verdünnung toxischer Gase oder Dämpfe wie der Sauerstoffmangel oder die Ansammlungen von Kohlenmonoxid sowie anderer erstickend wirkender Gase zu berücksichtigen. Hierzu muss als oberer Grenzwert der MAK-Wert zugrunde gelegt werden. Bei der Typprüfung zur Ermittlung des Vorspülvolumens ist daher zu beachten, dass viele Gase bereits weit unterhalb 20 % der UEG toxisch wirken.

Maximale Arbeitsplatzkonzentration

Ein Richtwert für die Alarmschwellen von Gaswarnanlagen ist der MAK-Wert. Der MAK-Wert (maximale Arbeitsplatzkonzentration) ist die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand auch bei wiederholter und langfristiger, in der Regel täglich 8-stündiger Exposition, jedoch bei Einhaltung einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von 40 Stunden (bei Einschichtbetrieb) im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belästigt.

Explosionsschutzmaßnahmen

In dem Anlagenbeispiel, aus dem Fachbeitrag ›Sicher auch in der Wüste‹; (Seite 46), wird mit zwei zusammenhängenden Mechanismen die Funktion der Zündschutzart v erreicht. Zum einen wird durch den 4 m hohen Kamin Frischluft angesaugt, die zur Vorspülung und zur Verdünnung im Analysenhaus genutzt wird. Durch den geregelten Volumenstrom ist sichergestellt, dass die Konzentration der gefährlichen Gase im Inneren unter UEG bleibt. Selbst bei innerer Freisetzung von Gasen, Flüssigkeiten oder Dämpfen ist die Sicherheit der Anlage nicht gefährdet. Da diese Technikräume selbst im explosionsgefährdeten Bereich stehen, muss angenommen und beachtet werden, dass aus der Umgebung brennbare Gase mit eingebracht werden. Deshalb wird die angesaugte Luft aus der Umgebung auf die Gaskonzentration überwacht. Wenn dieser Fall eintritt, wird die Durchspülung abgestellt.

Wenn gleichzeitig explosionsfähige Atmosphäre in der Umgebung des Containers vorhanden ist und durch einen Fehler im Inneren gefährliches Gas austritt, werden die Betriebsmittel im TVR schrittweise abgeschaltet.

Da in dem beschriebenen Fall die Anlage im explosionsgefährdeten Bereich errichtet ist oder direkt daran angrenzt, ist an der Eingangstüre eine Sicherheitsschleuse angebracht. Durch zwei unabhängig von einander messende Gasdetektoren wird in der Schleuse die Gaskonzentration überwacht. Die innere Türe wird nur dann freigeben, wenn der gemessene Wert innerhalb der Schleuse < 20 % UEG beträgt.

Kriterien zur Abschaltung im Fehlerfall

Wenn eine potentielle Freisetzungsquelle besteht, müssen mindestens 2 Gasdetektoren vorhanden sein. Diese sind mit zwei Auslösegrenzwertgebern mit Abschaltfunktion ausgestattet (Bild 2).

Beim System von Siemens wird bei 10 % des Wertes UEG ein Gasalarm gemeldet. Dies ist eine Einrichtung, die dem Betreiber die nötige Zeit gibt, Maßnahmen zu treffen, damit die Abschaltbedingungen, die in der Norm festgelegt sind, gar nicht erst eintreten. Bei Erreichen von 20 % des Wertes UEG werden nicht explosionsgeschützte Wandsteckdosen und andere nichtgeschützte Ausrüstungsteile abgeschaltet. ➔

Bild 5: Außen installierte explosionsgeschützte Betriebsmittel: Trennschalter, Vorort-Reset, Steuergerät mit Meldeleuchten, Blitzleuchte und Hupe

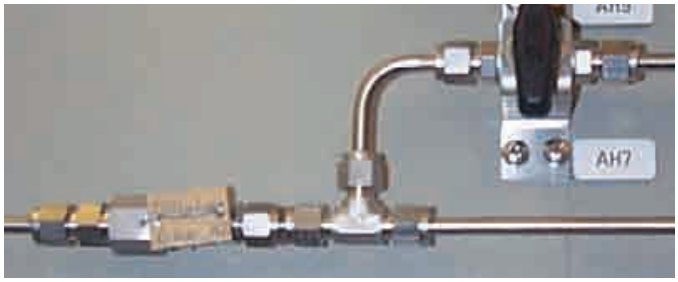


Bild 3: Verplombte Durchflussdrosseln

Beim Erreichen von 60 % des Wertes UEG müssen nach einer festgelegten Zeit alle Betriebsmittel einschließlich der explosionsgeschützten Schaltgeräte im Inneren abgeschaltet werden. In der Norm wird darauf hingewiesen, wenn innerhalb einer gewissen Frist (z. B. 24 – 72 h) die Anzeige des Wertes nicht beachtet wird, dass sorgfältig abgewogen werden muss, ob diese Abschaltung der explosionsgeschützten Betriebsmittel notwendig ist. Die Gefährdung durch Erreichen von 60 % der UEG im Inneren des Anlagenraumes ist möglicherweise kleiner, als die mögliche Gefahr durch eine Notabschaltung des gesamten Prozesses. Mit diesem Hinweis in der Norm wird der Tatsache Rechnung getragen, dass beim Bestehen eines Fehlers über einen sehr langen Zeitraum die Wartung der Anlage unerlässlich ist. Ein Alarm im TVR wird durch optische und akustische Signalgeräte innen und außen angezeigt und an bemannte Betriebspunkte, wie z. B. in der Messwarte, gemeldet.

Nach Abschalten der explosionsgeschützten Betriebsmittel im Inneren des Analysenraumes werden keine weiteren brennbaren Stoffe in das Containment System eingeleitet. Das im Containment System vorhandene Gas muss innerhalb von 60 s an einer Stelle außerhalb des TVR entleert werden. Bei der Entleerung ist in diesem Fall der Druckabbau auf Atmosphärendruck ausreichend, da der Überdruck im Inneren weiteres Freisetzen verhindert. Zur Begrenzung der Freisetzung im Inneren des Analysenraumes dienen z. B. verplombte Durchflussdrosseln (Bild 3), Druckminderer und Sicherheitsventile, die außerhalb im Eingang der Rohrleitungen zum Analysenraum installiert sind. Zum schnellen Druckabbau können zusätzlich spezielle Ventile außerhalb des Analysenraumes geöffnet werden.

Wiederinbetriebnahme nach automatischer Abschaltung

Um die gesamte Einheit wieder in Betrieb zu nehmen, müssen bestimmte Bedingungen eingehalten sein. Die Freigabe der Stromkreise und der Zufluss der brennbaren Stoffe in das Containment System wird wieder freigegeben, wenn der von den Gasdetektoren gemeldete Messwert unter 20 % des Wertes UEG gefallen ist und der TVR durch das Ventilationssystem vorgespült worden ist.

Zusätzlich muss eine manuell betätigte Rücksetzvorrichtung am Aufstellungsort des TVR betätigt werden. Hiermit wird sichergestellt, dass der TVR nur dann wieder in Betrieb genommen wird, wenn eine Person die Freisetzungsstelle besichtigt hat und eventuelle Instandsetzungsmaßnahmen vorgenommen wurden.

Elektrische Betriebsmittel im Inneren des TVR

In der Schleuse und im Inneren des TVR müssen explosionsgeschützte Betriebsmittel verwendet werden, oder sie müssen abgeschaltet werden, sobald eine gewisse Gaskonzentration gemessen wird. Durch die Zoneneinteilung im Inneren wird bestimmt, welche Zündschutzarten für die elektrischen Betriebsmittel in Frage kommen. Alle explosionsgeschützten Geräte gelten im Sinne der Norm als nichtzündfähig. Im gezeigten Beispiel wurden preisgünstige

	Bauteile mit vernachlässigbarer Leckgefahr	**Bauteile mit begrenzter Leckgefahr**	**Zusatzmaßnahmen zur Reduzierung der Leckgefahr**
Leitungen	starr metallisch	flexibel, nichtmetallisch (Schläuche)	Doppelmantel, Metallarmierung
Verbindungen	geschweißt	Flansch Klemmringverschraubung	Kontrolle fachgerechter Montage Leckprüfung
Dichtungen	Feder-Nut Faltenbalg*	O-Ringe Stopfbuchse	Faltenbalg* Faltenbalg* Kapselung
Strömungsmessgeräte	Ganzmetall	Glaskonus/Kunststoff	
Pumpen	Injektor magnetisch oder hydraulisch gekuppelter Antrieb	hermetisch dicht peristaltisch	Faltenbalg* Kapselung
Stellarmaturen	Ventile ohne Stopfbuchse	Kugelventile mit Weichdichtung	Kugelventile mit Weichdichtung und zusätzlichem Faltenbalg*
Sonstiges	Lichtleitertechnik	optische Fenster	Kapselung
* Faltenbalge haben begrenzte Standzeit			

Tabelle 1: Bewertung von Bauteilen auf Leckgefahr nach DIN EN 61285 (IEC 61285:2004)

Betriebsmittel gewählt, die durch fachgerechte Auslegung durch R. STAHL für die Zone 2 geeignet sind (Gerätekategorie 3). Die gewählte Zündschutzart Ex nR (schwadensicher) ist in diesem Fall geeignet, die spezielle Steuerung sicher auszuführen (Bild 4). Die Energie wird über eine Verteilung für Zone 1 mit einzeln druckfest gekapselten Leitungsschutzschaltern zugeführt. Zur Beleuchtung werden Leuchten EXLUX 6000, zugelassen für Zone 1, von R. STAHL eingesetzt.

Elektrische Betriebsmittel außen am TVR

Die Betriebsmittel, die am Container außen installiert wurden, sind alle für den Einsatz in der Zone 1 (Gerätekategorie 2) geeignet. Der Trennschalter, der zum Freischalten der gesamten elektrischen Anlage dient, die Blitzleuchte und die Hupe, um Alarmzustände im TVR anzuzeigen, sowie der Vorort-Reset nach einem Alarm sind außen angebracht (Bild 5). Der Status der gesamten Anlage wird über Leuchtmelder angezeigt.

Darüber hinaus wurde ein zusätzlicher Schutz gegen Schädlinge durch die besondere Ausführung der Leitungsinstallation erreicht. Ein metallummantelter Schlauch verbindet die Betriebsmittel und schützt so die Leitungen. Über geeignete Kabeleinführungen wird die Abdichtung des Schlauches zu den elektrischen Betriebsmitteln sichergestellt. Die elektrischen Betriebsmittel selbst sind ausreichend gegen Schädlingsbefall geschützt.

Wie alle Geräte oder Sicherheitseinrichtungen, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden oder dort hin wirken, müssen die TVR gekennzeichnet werden. Neben der Kennzeichnung entsprechend EN 60079-0 [4] oder EN 60079-15 [5] werden in EN 50381 [2] ergänzende Angaben zum Volumen des Gerätes und Angaben zum Spülen und dem ordnungsgemäßen Betrieb gefordert . Dies sind u. a. Mindestvolumen des Zündschutzgases und Mindestdauer beim Vorspülen.

Geräte, Schaltgeräte und Messeinrichtungen, die den sicheren Betrieb der Zündschutzart gewährleisten, sind speziell zu kennzeichnen, auch wenn diese außerhalb des gefährdeten Bereiches errichtet sind. Im Kapitel 16 der EN 50381 wird die Kennzeichnung mit [EEx v] für sicherheitsbezogene Steuerungen und Sicherheitseinrichtungen gefordert.

Betriebsanleitung

Bei allen Zündschutzarten muss immer eine Betriebsanleitung mit den Anforderungen zur Inbetriebnahme, Verwendung, Montage und Demontage, Instandhaltung und Einstellung der TVR vom Hersteller erstellt werden. Adressat der Betriebsanleitung ist der Benutzer. Diese Betriebsanleitung muss deshalb auch an den entsprechenden Stellen zur Verfügung stehen.

Anpassungsfähige Sicherheitstechnik

Nach der Inbetriebnahme steht vor Ort eine sichere Anlage zur Verfügung, welche alle oben genannten Anforderungen erfüllt. Es werden die benötigten Messdaten bereit gestellt, die Anlage ist gefahrlos begehbar, und der sichere Betrieb im explosionsgefährdeten Bereich ist gewährleistet. Die Sicherheitstechnik selbst ist durch einfache Anpassungen in der Funktion und in der Auswahl der elektrischen Betriebsmittel zur Installation in der Zone 1 oder der Zone 2 und im nicht explosionsgefährdeten Bereich möglich. Der Prozess im Reaktor kann sicher an der Explosionsgrenze gesteuert werden.

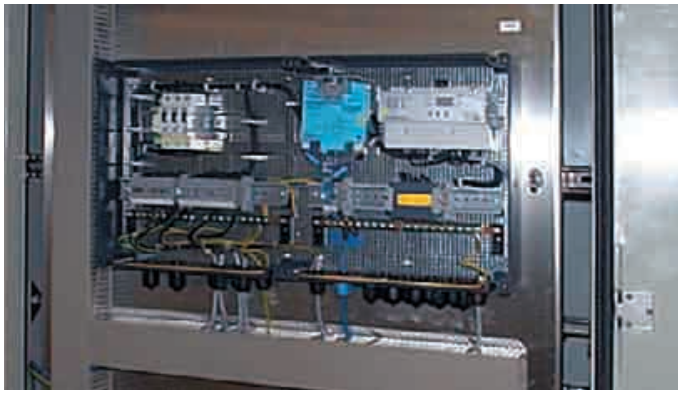


Bild 4: Schwadensichere Steuerung (geöffnet) zur Überwachung der Gaskonzentration

Literaturhinweise

[1] EN 61285/VDE 400 - 100: Mai 2005
Prozessautomatisierung –
Sicherheit von Analysengeräteräumen (IEC 6185: 2004)

[2] DIN EN 50381 / VDE 0170/0171 –17: 2005-03
Transportable ventilierte Räume mit oder ohne innere Freisetzung,
+ Berichtigung 1: 2006-05

[3] DIN EN 60079-10 / VDE 0165-101 2004-08
Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche Teil 10:
Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche

[4] DIN EN 60079-0 / VDE 0170 Teil 1: 2004-12
Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche –
Allgemeine Bestimmungen

[5] DIN EN 60079 -15 / VDE 0171 Teil 16: 2006-05
Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche Teil 15:
Zündschutzart »n«

Innovative Fluchtweg-beleuchtung mit LED-Cluster als Leuchtmittel

Anwendung während der Reifung des Whiskys

von Thorsten Arnhold, Andreas Kaufmann, Ross Mackintosh

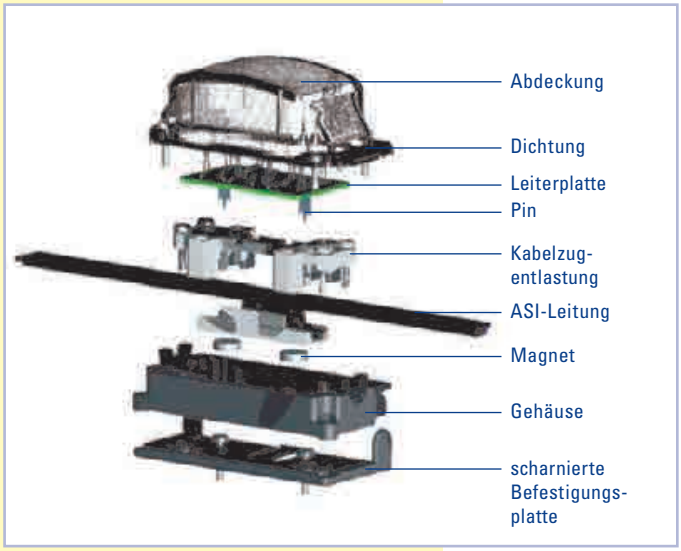


Bild 1: Aufbauskizze eines LED-Clusters

Die Verwendung von Leuchtdioden (Light Emitting Diodes, LED) in industriellen Anwendungen hat in den letzten Jahren bedeutend zugenommen. Dies ist vor allem in der verlängerten Lebensdauer und dem beeindruckenden Anstieg der Lichtausbeute begründet – bis zu 100 lm/W für weiße LEDs.

Die Hauptanwendungsbereiche der LED-Technologie sind beispielsweise der Automobil- und Telekommunikationssektor, wo LEDs für die Hinterleuchtung von Instrumententafeln und Displays sowie für Autoscheinwerfer und Bremslichter eingesetzt werden.

Die LED-Technologie wird in den genannten Bereichen eingesetzt aufgrund:

- ihrer immensen Lebensdauer bis zu 100.000 h
- ihrem höheren Wirkungsgrad
- ihrer kleinen Grundfläche und dem geringen Stromverbrauch
- ihres großen Arbeitstemperaturbereiches
- der unmittelbaren Verfügbarkeit des Lichtes

Basierend auf diesen Eigenschaften sind LEDs als alternative Lichtquelle auch in explosionsgefährdeten Bereichen eingeführt worden. Die erste LED-Anwendung dieser Art war in explosionsgeschützten Leuchtmeldern von R. STAHL in den 70-er Jahren [1] [2]. Die Verwendung von LEDs anstelle von üblichen Mikroglühlampen war begründet in ihrer bedeutenden größeren Nutzungsdauer und damit in einer deutlichen Reduzierung der Wartungskosten. Gleichzeitig wurde ein breiterer Spannungsversorgungsbereich möglich und eine bessere Erkennbarkeit erreicht. Eine weitere typische Anwendung der LED-Technologie in explosionsgefährdeten Bereichen ist die Verwendung bei Handlampen.

Entwicklung einer LED-Fluchtwegbeleuchtung

Während des Reifeprozesses von Whisky verdunstet eine beachtliche Menge von jährlich etwa 2 % vom hochprozentigen Alkohol (ca. 63,5 Vol. %), der sog. ›Engelsanteil‹. Deshalb werden Whiskylager als Gefahrbereich Zone 2 eingestuft.

Um regelmäßig Wartungsarbeiten durchführen zu können, müssen diese Lager vom Personal der Brennerei regelmäßig betreten werden. Für eine sichere Arbeitsumgebung benötigt man deshalb ein entsprechendes Notbeleuchtungssystem. Heutzutage sind die Beschäftigten verpflichtet, wenn sie die Lager betreten, persönliche Schutzausrüstung, wie z. B. Kopfleuchten, zu tragen. Im Notfall dienen diese dazu, die Räumlichkeiten sicher verlassen zu können. Die Kopfleuchten sind jedoch nicht als Dauerlösung für ein Notbeleuchtungssystem gedacht. Zudem sind diese Lampen unbequem zu tragen und können den Träger behindern.

Deshalb hat R. STAHL nun eine explosionsgeschützte Fluchtwegbeleuchtung auf LED-Basis für derartige Anwendungsfälle entwickelt.

Anforderungen an die Fluchtwegbeleuchtung

Es gibt zwei Grundanforderungen an die Notbeleuchtung in solchen Lagerräumen: Erstens müssen die Lagerräume elektrisch freigeschaltet sein, wenn niemand in ihnen arbeitet und zweitens müssen die Notleuchten kleine Abmessungen besitzen, da Gabelstapler in den Lagerräumen verwendet werden, durch die die Leuchten möglicherweise zerstört werden können. Daher ergab sich die Notwendigkeit, neue Wege bei der Gestaltung der Notbeleuchtung zu gehen, die noch weiteren Anforderungen unterliegt.

Zunächst sind bestimmte Werte der Beleuchtungsstärke auf dem Fluchtweg einzuhalten und außerdem muss die mechanische Festigkeit der Leuchten für die raue Betriebsart gewährleistet sein.

Lichttechnische Anforderungen

Der Hauptzweck der Fluchtwegbeleuchtung ist, eine gute Sicht bei einer notwendigen Evakuierung zu schaffen. Die Anforderungen dafür sind in der Europäischen Norm EN 1838 [3] wie folgt festgelegt:

- Anbringen der Leuchten mindestens 2 m über dem Boden.
- Zur Flucht vorgesehene Notausgänge und entlang des Fluchtwegs angebrachte Hinweisschilder müssen beleuchtet sein, um den Fluchtweg eindeutig anzuzeigen.
- Die Leuchten müssen den Anforderungen der Vorschriften VDE 0711-2-22, DIN EN 60598-2-22 [4] genügen.
- Für Fluchtwege mit einer Breite bis zu 2 m darf die horizontale Beleuchtungsstärke am Boden entlang der Mittellinie des Fluchtwegs nicht weniger als 1 lx betragen und der Mittenstreifen, der nicht weniger als die halbe Breite des Fluchtwegs umfasst , sollte mit mindestens 50 % dieses Wertes beleuchtet werden.
- Die Mindestbeleuchtungsdauer der Fluchtwegbeleuchtung muss 1 h betragen.
- Die Fluchtwegbeleuchtung muss innerhalb von 5 s nach einem Netzausfall 50 % der geforderten Beleuchtungsstärke erreichen, die volle geforderte Beleuchtungsstärke innerhalb von 60 s.

Konstruktive Anforderungen

Aufgrund der schwierigen Umgebungsbedingungen, den räumlichen Einschränkungen und der starken Beanspruchung, denen die Notleuchten in den Lagerräumen ausgesetzt werden, sind folgende Eigenschaften wichtig:

- mechanisch stabile und chemisch widerstandsfähige Ausführung
- kleine Grundfläche
- anschließbar an ein zentrales Batteriesystem (ZBS)
- großer Umgebungstemperaturbereich
- geringer Wartungsaufwand
- flexibel anpassbare Montagemöglichkeit
- einstellbarer Beleuchtungswinkel

➔

Bild 2: Montageanordnung

Technische Realisierung der Fluchtwegbeleuchtung

Der Explosionsschutz der LED Cluster basiert auf der Zündschutzart ›n‹ für funkenfreie Betriebsmittel ›Ex nA‹. Acht Hochleistungs-T-LEDs mit einer großen Lichtausbeute bilden ein LED-Cluster. Die LEDs und die Steuerelektronik sind in einem Gehäuse aus Polycarbonat eingebaut, dessen Gestaltung zu einer optimalen Lichtverteilung und zum zusätzlichen Schutz beiträgt. Zum elektrischen Anschluss wird der gesamte LED-Cluster an ein Standard-ASI-Buskabel angeklemmt (Actuator Sensor Interface). Das Prinzip der Ausführung ist in Bild 1 dargestellt.

Die Entscheidung, T-LEDs statt SMD-LEDs zu verwenden, beruht auf einer höheren erreichbaren Beleuchtungsstärke am Boden (ca. doppelt so hohe Beleuchtungsstärke mit T-LEDs). Die SMD-LEDs haben zwar eine vergleichbare Leistungsaufnahme, aber wegen ihrer breiteren Lichtverteilung kann die geforderte Beleuchtungsstärke am Boden nicht erreicht werden.

Die Verbindung zwischen dem ASI-Kabel und der Elektronik wird durch Anschlüsse in Durchdringungstechnik hergestellt, wodurch eine beständige Verbindung zwischen der Elektronik und dem ASI-Kabel gewährleistet wird und keine Funkenbildung auftreten kann. Die Durchdringungstechnik lässt sich auch bei Standardkabeltypen anwenden. Dies wird durch Federn im Gehäuse erreicht, die den Druck der Kontaktnadeln auf den Leiter konstant halten.

Die eingebaute Stromversorgung besteht aus einem einfachen Gleichrichter, über den die LEDs bei einer Versorgung von 24 V AC oder 24 V DC mit einem Standardwiderstand in Reihe geschaltet sind. Um die LED-Cluster an ein zentrales Batteriesystem anschließen zu können, wird jedem LED-Cluster ein Schaltnetzteil mit einer Eingangsspannung von 240 V AC bzw. 216 V DC (Batteriespannung des ZBS) vorgeschaltet und so der LED Stromkreis mit 24 V AC oder DC versorgt .

Bei Verwendung eines ASI-Kabels kann die Montage der LED-Gruppen nur in einer Richtung erfolgen, wodurch das Risiko des vertauschten Anschlusses bedeutend verringert wird. Außerdem ist die Elektronik so ausgelegt, dass die Elektronikplatine in jeder Ausrichtung auf der Durchdringungseinrichtung angeordnet werden kann.

Verschiedene alternative Methoden stehen für eine flexible Montage der LED-Cluster zur Verfügung. Auf der Rückseite der Cluster befinden sich zwei Magnete, die die einfache Befestigung an jeder magnetischen Oberfläche ermöglichen. Zusätzlich können die LED-Cluster mittels Schrauben über zwei Bohrungen befestigt werden.

Die Ausrichtung der Lichtverteilung auf dem Boden wird durch ein Scharnier auf der Rückseite beträchtlich vereinfacht (Bild 2). Diese Veränderbarkeit und damit Anpassungsmöglichkeit ist wegen des unterschiedlichen Aufbaus der Lagerräume erforderlich. So kann gewährleistet werden, dass der Fluchtweg vorschriftsmäßig beleuchtet wird. Die Schrägstellung der LED-Cluster bringt auch den weiteren Vorteil, dass die Beschäftigten nur wenig geblendet werden.

Die Abdichtung des gesamten LED-Clusters erfolgt über speziell geformte ASI-Dichtungen. So wird die Staub- und Wasserschutzart IP 66/67 erreicht.

Der komplette LED-Cluster ist ca. 76 mm breit, 40 mm hoch und 40 mm tief, womit die für Lagerräume geforderte Kompaktlösung erreicht wurde.

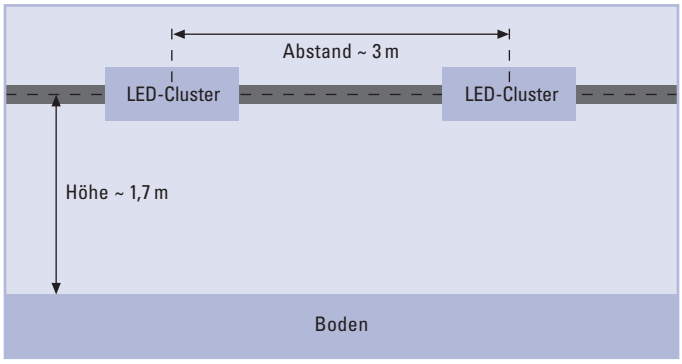


Bild 3: Anordnung der LED Cluster

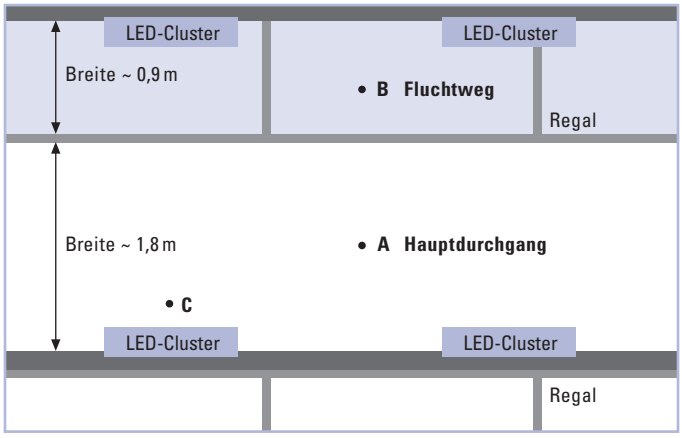


Bild 4: Messpunkte und Durchgangsbreite

	Beleuchtungsstärke [lx]				
	Regal 47	Regal 41	Regal 32	Regal 25	Mittelwert
Hauptdurchgang	1,10	0,94	3,87	2,57	2,12
Fluchtweg	1,23	0,91	0,99	1,76	1,22

Tabelle 1: Gemessene Beleuchtungsstärke an verschiedenen Stellen im Lager

Kundenerfahrungen

Die neu entwickelte Version der LED-Cluster ist während einer dreimonatigen Testperiode in dem erwähnten Whisky-Reifungslager erfolgreich getestet worden.

Es wurden zwei Stromkreise mit je 25 LED-Clustern installiert, wobei die Leuchten in einer Höhe von ca. 1,7 m in einem Abstand von ca. 3 m bei einer Fluchtwegbreite von ca. 0,9 m und einer Hauptdurchgangsbreite von ca. 1,8 m befestigt wurden (Bild 3 und Bild 4). Die LED-Cluster wurden an das beschriebene ASI-Kabel angeschlossen und dann entlang des im Lager verlaufenden Regals befestigt.

Die im letzten Quartal 2005 durchgeführten Messungen lieferten die in Tabelle 1 aufgeführten Ergebnisse.

Die Messpunkte für den Hauptdurchgang A und den Fluchtweg B sind in Bild 4 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass mit der LED-Ausführung eine ausreichende Notbeleuchtung erreicht wird, um den Gefahrbereich im Notfall sicher verlassen zu können. Die Abweichungen in den ermittelten Werten an den verschiedenen Regalen sind in der zum damaligen Zeitpunkt noch nicht optimierten Ausrichtung der LED-Cluster begründet. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass die durchschnittliche Beleuchtungsstärke über den geforderten Werten liegt.

Bei der direkt am Boden vor der LED-Gruppe durchgeführten Messung (Messpunkt C, Bild 4) wurde eine Beleuchtungsstärke von ca. 16,82 lx ermittelt, die Beleuchtungsstärke an der Treppe betrug 1,23 lx.

Durch den Spannungsabfall im Kabel ist mit der aktuellen technischen Ausführung die maximale Anzahl der LED-Cluster auf 75 Stück beschränkt. Dies wird bei einer Kabellänge von ca. 225 m und einem Leuchtenabstand von 3 m realisiert.

Ergebnis der Testphase

Es konnte gezeigt werden, dass mit der Ausführung der hier beschriebenen LED-Cluster ein effizientes Fluchtwegbeleuchtungssystem in Übereinstimmung mit den Anforderungen gemäß EN 1838 entstanden ist.

Die Ergebnisse veranschaulichen, dass die LED-Cluster während der Testphase keine Verminderung der Lichtstärke zeigten. Zudem verkraften die LED-Cluster das raue Lagerumfeld gut und, besonders wichtig, diese behinderten die Lagerarbeiter nicht bei ihrer täglichen Arbeit. Dies ist auf die kompakte und robuste Ausführung zurückzuführen. Ein weiterer großer Vorteil der Neuentwicklung ist, dass in Notfällen die Beleuchtung sofort verfügbar ist, wodurch eine höhere Sicherheit in den Lagerräumen erreicht wird. Dank der Verstellmöglichkeit der LED-Cluster mittels eines Scharniers kann die Lichtverteilung einfach verändert und an die entsprechenden Beleuchtungsaufgaben angepasst werden.

Dank der langen Lebensdauer von LEDs können Wartungszyklen reduziert werden, wodurch eine Kostenreduzierung von bis zu 70 % über die Lebensdauer der Anlage möglich ist. Die Verwendung von LED-Clustern schlägt sich nicht nur in der Reduzierung der Wartungskosten, sondern auch in der Einsparung von ca. 5 % bei der Erstinvestition (abhängig von der Anwendungsart) nieder. Aus Sicht der Endkunden sind dies zwei bedeutende Vorteile der neuen Technik. Ein weiterer Vorteil ist, dass vorhandene Lagerräume einfach mit LED-Clustern nachgerüstet werden können, ohne das vorhandene Beleuchtungssystem zu beeinflussen. In diesen speziellen Fällen der Notbeleuchtung in Lagerräumen können bei den vorhandenen räumlichen Beschränkungen Standardnotleuchten nicht verwendet werden.

In Zukunft sind verschiedene weitere Ausführungen geplant, z. B. eine Version für explosionsgefährdete Bereiche der Zone 1 und auch eine Ausführung mit einem Weitspannungsbereich.

Für diese Fluchtwegbeleuchtung kann auch ›Intelligenz‹ in die LED-Gruppen implementiert werden. In diesem Fall sind die LED-Cluster Teil eines Anlagenmanagementsystems und gestatten den Beschäftigten, es als ›dynamische‹ Fluchtwegbeleuchtung zu verwenden. Sollte es zu einer gefährlichen Situation in der Anlage oder im Gebäude kommen, würde das System in Abhängigkeit von der Gefahrenstelle den schnellsten Weg aus dem Gebäude aufzeigen.

Derzeit muss die neu entwickelte Fluchtwegbeleuchtung zusammen mit traditionellen Hinweisleuchten vor allem an Notausgängen verwendet werden. Die Leuchtfläche der LED-Ausführung ist zu klein, um aus der Ferne Hinweiszeichen erkennen zu können. Es ist jedoch möglich, die LED-Cluster mit in üblicher Art beleuchteten Hinweisschildern zu kombinieren.

Literaturhinweise

[1] Helmut Würz, Patentschrift DE 2531968 C2

[2] W. R. Slominski, Explosionsgeschützte Meldeleuchten mit Lumineszenzdioden, Ex-Zeitschrift Nr. 7, 1977, S. 42

[3] EN 1838:1999, Angewandte Lichttechnik – Notbeleuchtung

[4] VDE 0711-2-22, DIN EN 60598-2-22:2003/06, berichtigt+ A1:2006/04, Leuchten – Teil 2–22: Besondere Anforderungen – Leuchten für Notbeleuchtung

Lösung für die Prozessautomatisierung

Einfache Bedienung, flexible Erweiterungen und kostengünstige Wartung

Betriebserfahrungen in Anlagen bei der Rhein Chemie in Mannheim

von Karl-Heinz Christoffel und Dieter Grunert

Bild 1: Remote I/O-System mit daran angebauten Steuerventilen

Rhein Chemie ist ein Unternehmen der Chemieindustrie, das sich in sehr veränderlichen Märkten seit mehr als 100 Jahren erfolgreich behauptet. Die rund 1.000 Mitarbeiter produzieren und vertreiben weltweit viele Produkte für unterschiedliche Bereiche der Kunststoff-, Kautschuk-, Schmierstoff- und Polyurethanindustrie. Seit 1956 entwickelt und produziert die Rhein Chemie Hochleistungsadditive für Schmierstoffe.

Für Rhein Chemie als Tochtergesellschaft der LANXESS Deutschland GmbH gelten Sicherheit, Schutz von Mensch und Umwelt, hohe Qualität und optimale Wirtschaftlichkeit als gleichrangige Erfolgsfaktoren zum Erreichen der Unternehmensziele.

Produktion und Qualität werden über Prozessleitsysteme gesteuert. Viele qualitätsrelevante Prozessparameter werden online erfasst und gewährleisten damit als ›In-Prozess-Kontrolle‹ eine optimale Produktqualität. Darüber hinaus werden zusätzliche prozessbegleitende Qualitäts-Kontrollen rund um die Uhr mit modernster Analytik durchgeführt.

In Zusammenarbeit und im Austausch mit den Kunden verbessert Rhein Chemie kontinuierlich die Qualität der Produkte und die Qualität der Herstellverfahren. Gewährleistet wird dies durch das innovative Zusammenwirken der anwendungstechnischen und verfahrenstechnischen Teams.

Die hohe Flexibilität und die Schnelligkeit, mit der hier auf neue oder veränderte Kundenwünsche reagiert werden kann, sind weitere wichtige Bausteine des Qualitätssystems. Aus diesen Gründen müssen übliche Prozessstrukturen verlassen und gegebene nach den neuen Anforderungen verändert bzw. optimiert werden. Zur Erfüllung dieser Anforderungen wurde für die Prozessleitsysteme moderne I/O-Technik von R. STAHL eingesetzt. Damit werden die Prozesssignale erfasst und verarbeitet.

Durch den Einsatz dieser Technik können die folgenden Vorteile für eine hohe Leistungsfähigkeit der Anlagen in vollem Umfang genutzt werden:

- Kosteneinsparung bei Hardware, Montage und Inbetriebnahme
- Kostenreduzierung bei Wartung und Instandhaltung
- Hohes Maß an Flexibilität bei Änderungen, Erweiterungen und Nachrüstungen

Das hohe Maß an Flexibilität wurde dabei weiter verbessert, indem der Controller ›Prozess Nahe Komponente‹ (PNK), der sich in dem ziemlich weit entfernten Schaltraum befand, direkt in der Produktionsanlage installiert wurde.

Somit sind die Signal-Ein- und Ausgänge auf kurzem Weg über das Remote I/O-System mit der zugehörigen PNK verbunden. Diese Verbindungen sind mit üblichen Kupferleitungen installiert. Die Busverbindung zwischen Remote I/O-System und PNK wird durch einen Profibus DP realisiert. Mit dieser Busstruktur können sehr einfach und schnell Änderungen und Erweiterungen von Ein- und Ausgangskomponenten verwirklicht werden. Diese Aufgaben können zudem während des Betriebs (online) durchgeführt werden, ohne andere Anlagenteile und Funktionen zu stören. Der Informationsfluss zum übergeordneten Prozessleitsystem erfolgt dann über eine Lichtwellenleiter-Verbindung als Ethernet mit dem Standard TCP/IP-Protokoll.

Installationen in den explosionsgefährdeten Bereichen

Da bei den Produktionsprozessen explosionsfähige Stoffe eingesetzt werden, sind entsprechende Vorschriften zu beachten.

Der Zonenplan für den Explosionsschutz weist hier die Zone 2 aus. Diese Gefahrzone lässt eine kostenoptimierte und somit wirtschaftliche Errichtung zu. Für das Remote I/O-System ist Dank des Aufbaus und der Konstruktion der Explosionsschutz eine einfache Angelegenheit. Anders sieht es jedoch für die Controller aus. Diese Baugruppen werden üblicherweise im sicheren Schaltraum eingebaut und erfüllen somit nicht die Anforderungen der Baubestimmungen für den Explosionsschutz. Damit jedoch trotzdem die vorteilhafte Installation in der Zone 2 möglich ist, wurde ein entsprechendes explosionsgeschütztes Gehäuse konzipiert. Da es mehrere Möglichkeiten in den Zündschutzarten gibt, empfiehlt es sich, die jeweils auf den Anwendungsfall bezogene beste Lösung zu nutzen.

Bild 2, oben: Controller im schwadensicheren Gehäuse;
unten: Feldstation mit eingebauten I/O-Systemen und Magnetventilen

Bei den MSR-Stromkreisen empfiehlt sich hauptsächlich die Zündschutzart ›Eigensicherheit‹, bei Klemmenkästen nutzt man die ›Erhöhte Sicherheit‹ und für die Controller bietet sich hier die ›Schwadensicherheit‹ an. Diese Zündschutzart beruht auf Gehäusen, die so konstruiert sind, dass das Eindringen von Gasen eingeschränkt ist; allerdings muss dabei die Dichtheit des Gehäuses nach jedem Öffnen neu geprüft werden. Durch geeignete Prüfmittel hält sich der Aufwand jedoch in akzeptablen Grenzen (Bild 2 oben).

Konzept für einfache Wartung von Ventilen

Ein weiterer wichtiger Aspekt sind die notwendigen Steuerventile mit den Stellungsrückmeldungen.

Um hier die gewünschten Vorteile in Installation und Wartung zu bekommen, schalten die direkt in der Feldstation des Remote I/O-Systems eingebauten Magnetventile die Steuerluft für die Ventile der Produktleitungen in der Anlage. Ein digitales Ausgangs- ➔

modul des Remote I/O-Systems steuert die Magnetspulen direkt an (Bild 2 unten). Eine Kombination aus einem 8-kanaligen Ausgangsmodul mit einem 16-kanaligen Eingangsmodul für die Rückmeldungen hat sich als ideale Lösung erwiesen.

Zur Wartung und Prüfung nach BetrSichV muss in regelmäßigen Abständen die Schaltfunktion der Ventile überprüft werden. Hierbei wird einfach die ›Handstellung‹ an den zentral in der Feldstation eingebauten Steuerventilen betätigt, und das Aufsuchen von wie früher einzeln in den Anlagen aufgestellten Ventilen erübrigt sich somit.

Netzstromversorgung über Ex e/d-Sicherheits-automatenverteilungen

Neben dem vorne beschriebenen Konzept hat man auch mit der Aufstellung der Stromversorgung über Sicherungsautomatenverteilungen direkt in der Anlage und somit im explosionsgefährdeten Bereich sehr gute Erfahrungen gesammelt. Da die Sicherungsautomaten unter Betätigungsklappen im Gehäusedeckel montiert sind, ist die Bedienung und Überwachung möglich, ohne dass das Gehäuse in der Zündschutzart Erhöte Sicherheit ›e‹ geöffnet werden muss. So ist eine einfache und sichere Bedienung vor Ort in der Anlage möglich. Zum Personenschutz sind zusätzlich FI-Schalter integriert. Bei diesen Automatenverteilungen ist der Explosionsschutz in Kombination der Zündschutzarten Erhöhte Sicherheit ›e‹ für das Gehäuse mit den Betätigungsklappen und Druckfeste Kapselung ›d‹ für die Sicherungsautomaten und FI-Schalter realisiert (Bild 3).

Damit kann bei einfachen Störungen mit Automatenabschaltung sofort vor Ort ohne Elektrofachpersonal wieder eingeschaltet werden, während bei Aufstellung im Schaltraum außerhalb eine Fachkraft mit Zugangsberechtigung angefordert werden muss.

Bild 3: Sicherungsautomatenverteilungen mit Gehäusen in ›Erhöhter Sicherheit‹ und Sicherungsautomaten in ›Druckfester Kapselung‹ Bedienung von außen über Klappen

Fazit

Die hier beschriebene Ausführung und Installation eines modernen Automatisierungssystems von R. STAHL hat sich innerhalb der inzwischen vergangenen zwei Betriebsjahre bestens bewährt. Die damit gesammelten Erfahrungen zeigen, dass auch in Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen unter Ausschöpfung aller in Frage kommenden Zündschutzarten für die einzelnen elektrischen Betriebsmittel ein wirtschaftlicher und sicherer Aufbau und Betrieb möglich ist.

Nachweis der Eigensicherheit

C_0- und L_0-Parameter für gemischte Stromkreise

von Thomas Eichhorn, Ulrich Johannsmeyer, Anton Schimmele

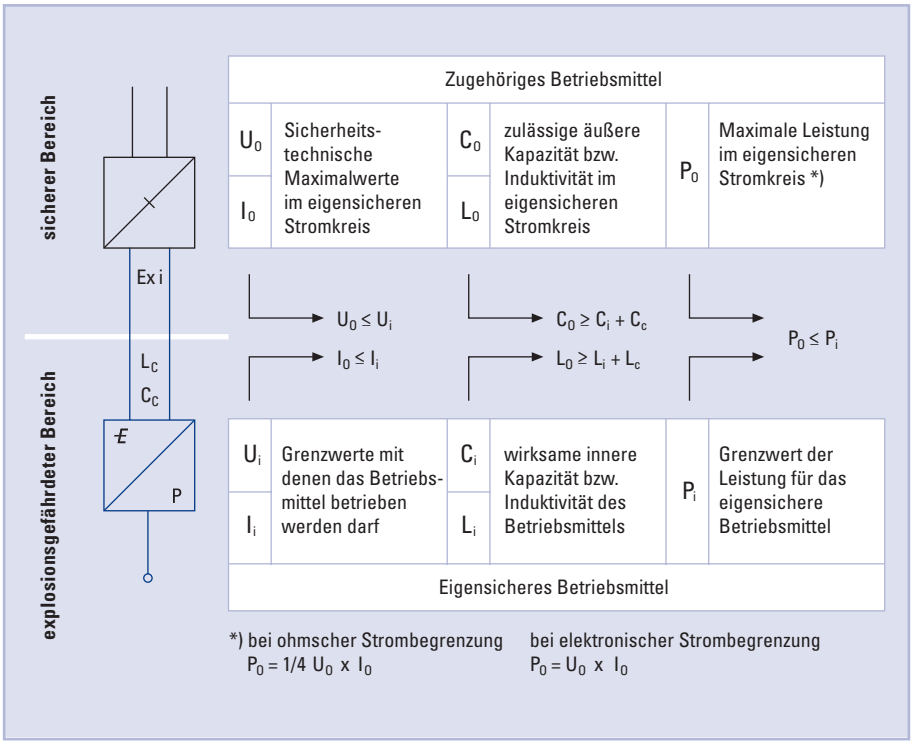


Bild 1: Kriterien für die Prüfung eines einfachen eigensicheren Stromkreises

Die Eigensicherheit eines Stromkreises hängt ganz wesentlich von der sicheren Begrenzung von Strom und Spannung und damit der zugeführten Leistung ab, sodass weder im normalen Betrieb noch unter Berücksichtigung bestimmter Fehlerfälle beim Öffnen oder Schließen des Stromkreises oder bei Kurzschlüssen gegen Erde zündfähige Funken entstehen können.

Zur Vermeidung der Funkenzündung muss natürlich auch die im Stromkreis gespeicherte Energie begrenzt bleiben. Bereits geringe zusätzliche Energiemengen können ausreichen, die Eigensicherheit aufzuheben.

Neben der Funkenzündung muss auch eine Wärmezündung durch heiße Oberflächen vermieden werden. Dazu ist wiederum für normalen Betrieb und Fehlerfall sicherzustellen, dass für die im eigensicheren Stromkreis auftretenden maximalen Ströme, Spannungen und Leistungen keine unzulässig hohen Oberflächentemperaturen an Betriebsmitteln, Bauteilen und Leitungen, die sich im explosionsgefährdeten Bereich befinden, entstehen können.

Für die Einhaltung dieser Kriterien sind zwangsläufig nicht nur die einzelnen im eigensicheren Stromkreis enthaltenen Betriebsmittel, sondern die komplette Zusammenschaltung und das Zusammenwirken aller beteiligten Betriebsmittel einschließlich der Verbindungsleitungen zu betrachten. Die Errichtungsbestimmungen DIN EN 60079-14 [1] verlangen deshalb für eigensichere Stromkreise einen Nachweis der Eigensicherheit, der sinnvollerweise bereits bei der Planung und Projektierung erstellt wird und die Auswahl passender

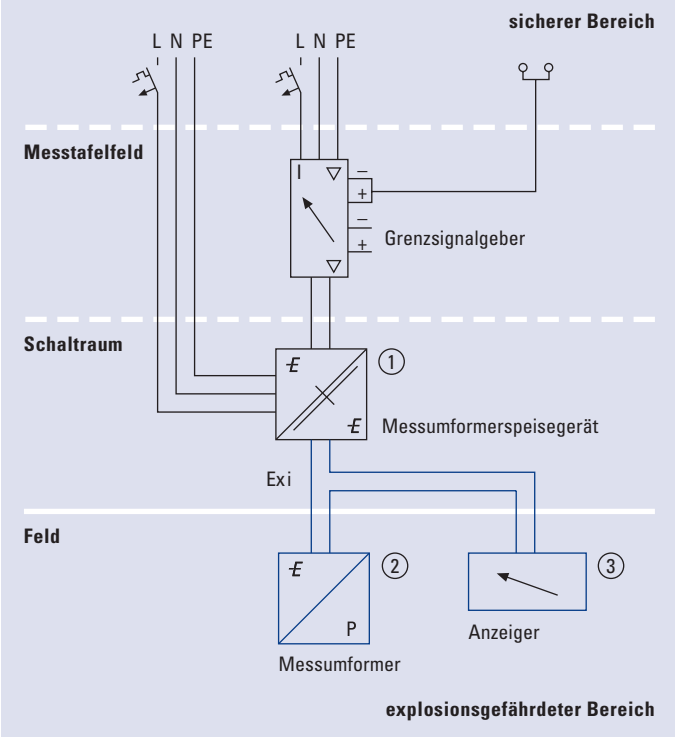


Bild 2a: Beispiel eines einfachen eigensicheren Stromkreises (mit einer Quelle)

Nachweis der Eigensicherheit
für eigensichere Stromkreise mit einer Quelle

MSR-Stellen-Nr.: PIS 517

zugehöriges Betriebsmittel (Quelle)

Nr.	Hersteller/Typ	Prüfbesch.	U_o [V]	I_o [mA]	P_o [mW]	L_o [mH]	C_o [nF]	Expl. gruppe
1	MU-Speisegerät STAHL 9160/23-11-11	DMT 03 ATEX E010 X	27	88	576	2,3	90	IIC

Reduzierung der C_o- und L_o-Werte bei gemischtem Stromkreis nötig? [x] nein [ ] ja

eigensichere Betriebsmittel

Nr.	Hersteller/Typ	Prüfbesch.	U_i [V]	I_i [mA]	P_i [mW]	L_i [mH]	C_i [nF]	
2	Drucktransmitter Rosemount 1151	BAS 99 ATEX 1294 X	30	125	670	0,02	34	*
3	Anzeiger Knick 830 X R	ZELM 00 ATEX 0025	60	150	700	0	0	*
Kapazität und Induktivität der Leitungen (200 m)						0,2	40	
					Summe:	0,22	74	

Schutzniveau des eigensicheren Stromkreises: [ia ✓] [ib] [ic]

* **Es liegt ein gemischter Stromkreis vor**
mit konzentriertem L_i und konzentriertem C_i

Bild 2b: Nachweis der Eigensicherheit des Stromkreises in 2a

Betriebsmittel sowie die Prüfung der gewählten Zusammenschaltung umfasst.

Für einfache eigensichere Stromkreise, die nur eine Quelle aufweisen, welche Strom, Spannung und Leistung in den Stromkreis liefert, kann der Nachweis der Eigensicherheit durch einfachen Vergleich der sicherheitstechnischen Maximalwerte entsprechend Bild 1 erfolgen.

C_o- und L_o- Parameter für eigensichere Stromkreise mit konzentrierten Kapazitäten und Induktivitäten (gemischte Stromkreise)

In Bezug auf die Prüfung der im eigensicheren Stromkreis maximal zulässigen Kapazitäten und Induktivitäten gaben nun aber bereits die Errichtungsbestimmungen DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1): 1998-08 [2] im Rahmen eines nationalen (deutschen) Vorworts den Hinweis, dass die bei ›zugehörigen Betriebsmitteln‹ angegebenen höchstzulässigen äußeren Induktivitäten L_o und Kapazitäten C_o eigentlich nicht für gleichzeitige Ausnutzung gedacht seien. Insbesondere für den Einsatz in Zone 0 solle deshalb die Sicherheit von Stromkreisen – wenn eine Beschaltung mit konzentrierten Induktivitäten und Kapazitäten erforderlich ist – nach den Angaben des PTB-Berichtes W-39 [3] vom Betreiber beurteilt werden. Letzteres wurde im Vorwort zur Ausgabe DIN EN 60079-14: 2004-07 [1] sogar noch weggelassen und somit die Forderung auf alle eigensicheren Stromkreise ausgedehnt. Für die Beurteilung wird auf den PTB-Bericht ThEx-10 [4] oder Anhang C der Systemnorm DIN EN 60079-25 [5] verwiesen.

In eigensicheren Stromkreisen, die sowohl Kapazitäten als auch Induktivitäten enthalten, kann nämlich durch das dynamische Zusammenwirken dieser beiden Energiespeicher bereits bei L- und C-Werten, die kleiner sind als die mit den Zündgrenzkurven der DIN EN 50020 [6] bzw. der EN 60079-11 [7] ermittelten Grenzwerte, eine Funkenzündung nachgewiesen werden. Dieser Effekt kann in Extremfällen eine deutliche Reduzierung des Sicherheitsfaktors zur Folge haben und macht eine besondere Betrachtung notwendig.

Allerdings wirkt sich der Effekt vor allem dann aus, wenn die Induktivitäten und Kapazitäten in konzentrierter Form im eigensicheren Stromkreis wirksam sind. Leitungsinduktivitäten und -kapazitäten sind dagegen über die ganze Leitungslänge verteilt, und die Widerstandsbeläge der Leitung dämpfen das dynamische Zusammenwirken erheblich. Deshalb sind für Stromkreise, die nur die Induktivitäten und Kapazitäten der Leitung enthalten, keine besonderen Maßnahmen erforderlich, d. h. die Grenzwerte aus den Zündgrenzkurven können voll ausgenutzt werden.

Anders ist es, wenn der eigensichere Stromkreis eigensichere Betriebsmittel enthält, für die sowohl innere Kapazitäten C_i als auch innere Induktivitäten L_i angegeben sind. Sie können in konzentrierter Form im eigensicheren Stromkreis wirksam werden. Für solche gemischte Stromkreise muss davon ausgegangen werden, dass die Grenzwerte von C_o und L_o reduziert werden müssen.

Bild 2 zeigt ein Beispiel eines eigensicheren Stromkreises mit einem zugehörigen Betriebsmittel (Messumformerspeisegerät) und zwei eigensicheren Betriebsmitteln (Messumformer und Anzeiger) sowie den zugehörigen Nachweis der Eigensicherheit. Der Messumformer besitzt sowohl eine innere Kapazität C_i als auch eine innere Induktivität L_i. Es liegt also ein gemischter Stromkreis vor.

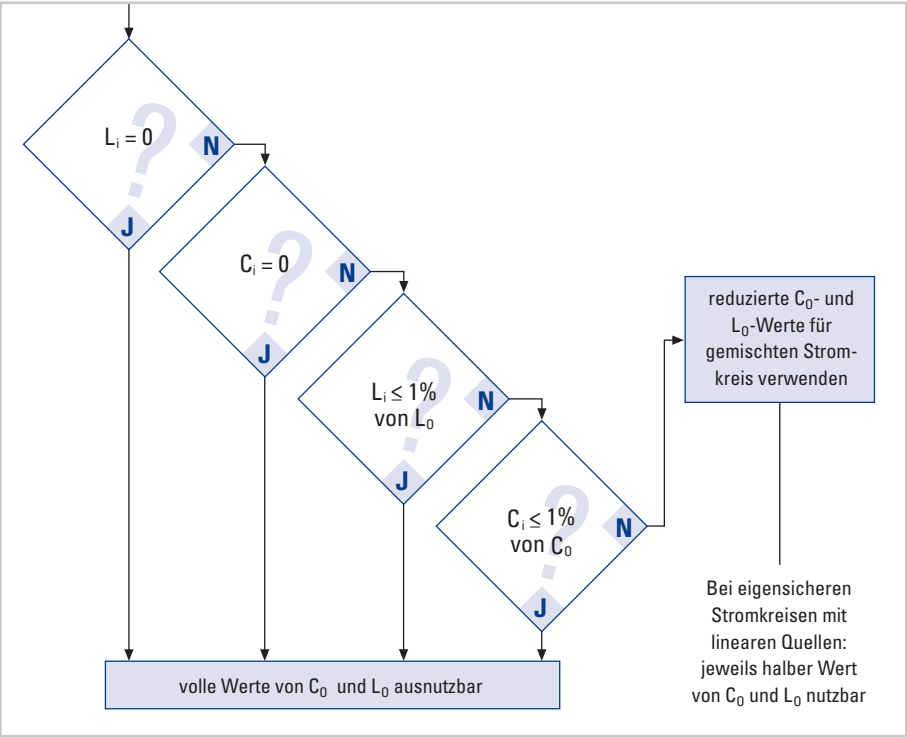


Bild 3: Bewertungsregeln für eine Reduzierung der C_o- und L_o-Werte bei gemischten Stromkreisen mit linearen Quellen nach EN 60079-11: 01-2007

Wie kann nun ein solcher gemischter Stromkreis, der sowohl Kapazitäten als auch Induktivitäten in konzentrierter Form enthält, beim Nachweis der Eigensicherheit beurteilt werden?

Die erste und einfachste Möglichkeit besteht darin, zu prüfen, ob der Hersteller für das ›zugehörige Betriebsmittel‹ (Quelle) vielleicht bereits C_o- und L_o-Werte spezifiziert hat, die beim gleichzeitigen Auftreten von konzentrierten Kapazitäten und Induktivitäten gelten. Dies ist z. B. bei nichtlinearen Quellen schon immer der Fall. Auch bei den linearen Quellen sind teilweise in der Baumusterprüfbescheinigung oder auch in den Betriebsanleitungen zusätzlich reduzierte C_o- und L_o-Werte für den Fall des gleichzeitigen Auftretens von konzentrierten Kapazitäten und Induktivitäten im eigensicheren Stromkreis angegeben.

Wenn dies nicht der Fall ist, kann man als zweite Möglichkeit die neuen Baubestimmungen der EN 60079-11 [7] zur Beurteilung heranziehen. Dort wurden **für eigensichere Stromkreise mit linearen Quellen** vereinfachte Bewertungsregeln aufgenommen (Bild 3).

Danach können

- in Stromkreisen, die nur Kabelkapazitäten bzw. Kabelinduktivitäten enthalten, die vollen Werte von C_o und L_o genutzt werden.
- in Stromkreisen, bei denen entweder der C_o-Wert nur bis 1% durch konzentrierte Kapazitäten C_i ausgenutzt wird **oder** der L_o-Wert nur bis 1% durch konzentrierte Induktivitäten L_i, ebenfalls die vollen C_o- und L_o-Werte verwendet werden.
- Sind C_i **und** L_i größer, kann jeweils der halbe Wert von C_o und L_o genutzt werden.

➔

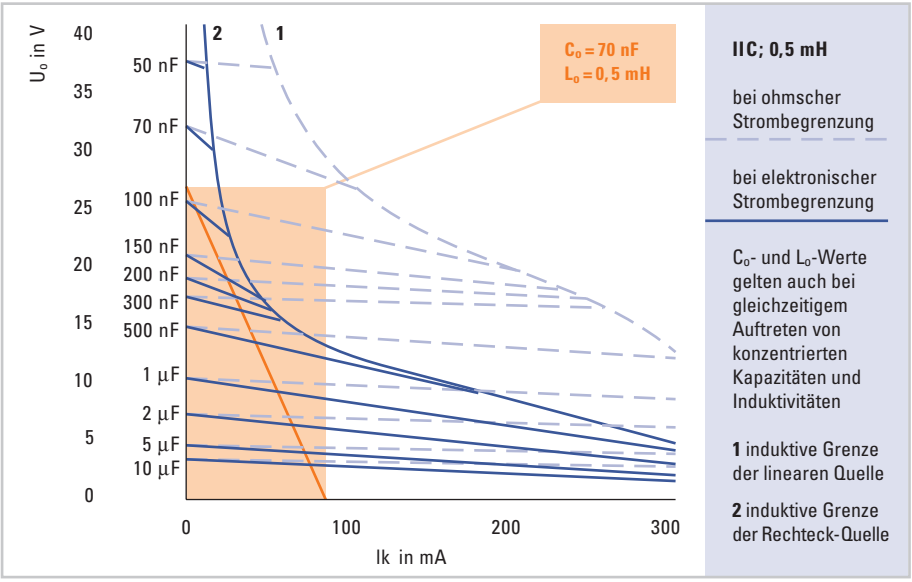


Bild 4: Ermittlung von C_o und L_o im gemischten Stromkreis mit den Grenzkurvendiagrammen aus PTB-Bericht ThEx-10

Auch der reduzierte C_o-Wert gilt natürlich als Grenzwert für die Summe der im eigensicheren Stromkreis auftretenden konzentrierten Kapazitäten (innere Kapazitäten C_i der beteiligten Betriebsmittel) und der Kabelkapazität. Entsprechendes gilt für den L_o-Wert.

Im Beispiel von Bild 2a wäre die Frage $L_i \leq 1\,\%$ von L_o? mit ja zu beantworten, mit der Konsequenz, dass die vollen Werte von C_o und L_o ausgenutzt werden können.

Als dritte Alternative können für die Ermittlung der zulässigen L_o- und C_o- Werte gemischter Stromkreise die Software ispark der PTB oder die Grenzkurvendiagramme des PTB-Berichts ThEx-10 [4], der auch als Anhang C in die Systemnorm DIN EN 60079-25 [5] aufgenommen wurde, herangezogen werden. Dieser Bericht beschreibt ein Verfahren zur Beurteilung von Zusammenschaltungen mit mehreren (linearen oder nichtlinearen) Quellen. Er enthält eine ganze Reihe von Grenzkurvendiagrammen, die sich in der Explosionsgruppe und dem Parameter L_o unterscheiden. Hat man ein für den Anwendungsfall passendes Grenzkurvendiagramm ausgewählt, ist einfach die Kennlinie des eigensicheren Stromkreises einzuzeichnen und graphisch über den gesamten Kennlinienverlauf zu prüfen, ob die durchgezogene Grenzkurve für Rechteck-Quellen an keiner Stelle überschritten wird. Außerdem darf das aus den sicherheitstechnischen Maximalwerten von Strom und Spannung gebildete Wertepaar (U_o, I_o) nicht über der gestrichelten Grenzkurve für lineare Quellen liegen.

Für die zulässigen Kapazitätsgrenzwerte C_o gibt es ebenfalls zwei Kurvenscharen mit gestrichelten und mit durchgezogenen Linien. Damit muss zum einen geprüft werden, welche durchgezogene Kapazitätskurve von der eingezeichneten Kennlinie in ihrem gesamten Verlauf nicht überschritten wird. Zum anderen ist zu prüfen, unter welcher gestrichelten Kapazitätskurve der Eckpunkt aus U_o und I_o liegen bleibt. Die niedrigste der beiden ermittelten Kapazitätskurven bestimmt die maximal zulässige Kapazität im eigensicheren Stromkreis, die gleichzeitig mit der für das ausgewählte Grenzkurvendiagramm angegebenen Induktivität auftreten darf. Der geforderte Sicherheitsfaktor 1,5 ist bereits in den Diagrammen enthalten. Die damit ermittelten C_o- und L_o-Werte gelten auch bei gleichzeitigem Auftreten von konzentrierten Induktivitäten und Kapazitäten im eigensicheren Stromkreis, d. h. das Zusammenwirken von Induktivität und Kapazität in einem gemischten Stromkreis ist berücksichtigt.

Für das Beispiel wurde das Grenzkurvendiagramm für Explosionsgruppe IIC und eine Induktivität $L_o = 0{,}5$ mH gewählt. Hier ist die Strom-Spannungs-Kennlinie der linearen Quelle (Messumformerspeisegerät) mit den Eckpunkten $U_o = 27$ V und $I_o = 88$ mA eingetragen (Bild 4). Diese Maximalwerte sind gegen die für lineare Quellen geltenden gestrichelten Grenzkurven zu prüfen. Das über den Maximalwerten aufgespannte Rechteck bleibt unter der gestrichelten Kurve mit dem Parameterwert 70 nF. Hiermit konnte die Kombination $C_o = 70$ nF und $L_o = 0{,}5$ mH für den gemischten Stromkreis als zulässig ermittelt werden, die nun in den Nachweis der Eigensicherheit zu übernehmen wäre.

Es ist erkennbar, dass damit gegenüber den L_o- und C_o-Werten der Quelle eine erhebliche Reduzierung vorgenommen werden musste. Hierbei spielt aber auch eine Rolle, dass die Induktivitätsabstufungen, für die Grenzkurvendiagramme zur Verfügung stehen, relativ grob sind.

Eine vierte Alternative wäre theoretisch die Prüfung mit dem Funkenprüfgerät, was sich aber zumindest, wenn umfangreiche Verkabelung vorliegt, praktisch nicht umsetzen lässt.

In den neuen Baubestimmungen der EN 60079-11 [7] haben entsprechende Anforderungen mittlerweile Eingang gefunden. Sie wurden inhaltlich auch schon in den Entwurf der neuen Errichtungsbestimmung IEC 60079-14 [8] aufgenommen. Allerdings sind die Ausführungen hierzu noch zu vervollständigen.

Auf den Betreiber kommt damit einiges an Arbeit zu, denn die bestehenden Anlagen haben diese Prüfung zumindest im Anwendungsbereich der Zone 1 bisher eher nicht erfahren. Es sei jedoch nochmals darauf hingewiesen, dass bei Ausnutzung der C_o- und/oder L_o-Werte ausschließlich für Leitungsreaktanzen eine Reduzierung der zulässigen Grenzwerte nicht erforderlich ist.

Bei der Planung neuer Anlagen sollten bevorzugt Geräte zum Einsatz kommen, bei denen die inneren Induktivitäten L_i und Kapazitäten C_i gleich Null oder wenigstens für den eigensicheren Stromkreis nicht wirksam sind.

Bei bestehenden Anlagen (installierte Basis) stellt sich die Frage, wie mit den vorhandenen Nachweisen der Eigensicherheit zu verfahren ist. Die Diskussion hierzu ist noch nicht abgeschlossen. Sie soll mit den Betreibern im Kreis der NAMUR geführt werden, mit dem Ziel, eine gemeinsame Empfehlung zu erarbeiten und zu veröffentlichen.

Bei diesen Überlegungen kann man berücksichtigen, dass der Hinweis auf eine besondere Beurteilung gemischter Stromkreise sich im nationalen Vorwort zur DIN EN 60079-14: 1998-08 [2] noch insbesondere auf Zone 0-Stromkreise bezog. Erst mit der Ausgabe DIN EN 60079-14: 2004-07 [1] wurde deutlich, dass der Hinweis auf eigensichere Stromkreise generell anzuwenden ist. Nachweisen der Eigensicherheit für Zone 1-Anwendungen, die vor dem letztgenannten Erscheinungsdatum erstellt wurden, kann demnach Bestandsschutz erteilt werden.

Für Stromkreise, die nach diesem Zeitpunkt errichtet wurden, wird aber kein Weg daran vorbei führen, dass die Nachweise der Eigensicherheit zu überprüfen und gegebenenfalls zu ändern sind. Dabei können die genauere Bestimmung der tatsächlichen Leitungskapazitäten und Leitungsinduktivitäten, die Verkürzung der möglichen Leitungslängen und eventuell auch das Übergehen auf die Explosionsgruppe IIB helfen, den Nachweis der Eigensicherheit wieder in Ordnung zu bringen und die betroffenen Stromkreise weiter betreiben zu können.

Literaturhinweise

[1] DIN EN 60079-14 (V DE 0165-1): 2004-07
Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 14:
Elektrische Anlagen für gefährdete Bereiche (ausgenommen Grubenbaue)

[2] DIN EN 60079-14/ VDE 0165-1: 1998-08
Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 14:
Elektrische Anlagen in gasexplosionsgefährdeten Bereichen (ausgenommen Grubenbaue)

[3] Göldner, H.-D., Johannsmeyer, U., Schebsdat, F., Storck, H.:
Zusammenschaltung nichtlinearer und linearer eigensicherer Stromkreise –
PTB Bericht W 39, 1989

[4] Johannsmeyer, U., Krämer, M.:
Zusammenschaltung nichtlinearer und linearer Stromkreise PTB Bericht PTB-THEx-10, 1999,
Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven
ISBN 3-89701-440-8

[5] DIN EN 60079-25 (VDE 0170-10-1): 2004-9
Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 25 Eigensichere Systeme

[6] DIN EN 50020 (VDE 0170-7): 2003-08
Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche – Eigensicherheit »i«

[7] EN 60079-11: 2007-01
Explosive atmospheres – Part 11:
Equipment protection by intrinsic safety »i«

[8] IEC 60079-14 31J/120/CDV (Committee Draft for Voting) Explosive atmospheres – Part 14:
Installation, design, selection and erection

Auch im Ex-Bereich alles im Blick

Kameraüberwachungssystem für Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

von Horst Friedrich

Bild 1: Mit 55 Millimetern Durchmesser ist die Kamera EEx Compact CCC95 die kleinste explosionsgeschützte Überwachungskamera der Welt

Oft sagt ein Bild mehr als tausend Messwerte. Vor allem in weitläufigen Anlagen erfordert es einigen Aufwand, dem Bedienungspersonal neben Prozessbildern jederzeit auch einen visuellen Einblick in wichtige Anlagenbereiche und deren Umgebung zu gewähren. Bei Anwendungen mit Explosionsgefahr ließ sich zudem mit bislang verfügbaren explosionsgeschützten Komponenten kaum eine als System überzeugende Überwachungslösung realisieren. R. STAHL HMI Systems liefert mit einem neuen Kamerasystem ein passendes Komplettpaket für solche Anwendungsfälle. Damit kann man in großen Produktionsanlagen der Pharma- oder Chemieindustrie, entlang von Pipelines, auf Bohrinseln, an Bord von Tankern und in vielen anderen Anlagen mit ausgedehnten explosionsgefährdeten Bereichen das Geschehen in der Umgebung im Blick behalten, um eine möglichst umfassende Sicherheit zu gewährleisten.

Für den Großteil dieser Anwendungsfelder kommt die neue Systemlösung mit Kameraüberwachung von R. STAHL in Frage. Ihr Herzstück ist das CCTV SMART Display-, ein Touchscreen-HMI-System, das Live-Bilder aus der überwachten Anlage zeigt. Zweiter Bestandteil des Kamerasystems ist eine SMART Board-Einheit mit Steuer- und Leistungselektronik für den Anschluss von bis zu acht Kameras. Sie bringt deren Videosignale in weniger als 120 Millisekunden – in der Praxis also

so gut wie in Echtzeit – auf die Anzeige. Als Bildquellen lassen sich bis zu acht Farbkameras anschließen. Deren Aufstellung ist bis zu 200 Meter entfernt vom SMART Board möglich. Beim Kameratyp bietet das System derzeit die Wahl zwischen zwei unterschiedlichen Modellen, der Kompaktkamera EEx Compact CCC95 und der Zoomkamera EEx zoom 80AF.

Optimal ausgelegter Explosionsschutz und Schutz gegen äußere Umgebungseinflüsse

Für die Aufstellung in explosionsgefährdeten Bereichen ist der Elektronikanteil der SMART Board-Einheit in einem druckfest gekapselten Gehäuse eingebaut.

Die Kameras sind mechanisch durch ein robustes Stahlgehäuse geschützt und zum Schutz gegen Staub- und Wasserangriff in der hohen DIN-Schutzart IP69 ausgeführt. Die Elektronik der Compact Kamera entspricht den Anforderungen der Zündschutzart Vergusskapselung ›m‹ mit der Kennzeichnung II 2G EEx m II CT4. Die Zoomkamera ist ausgeführt in der Zündschutzart ›p‹ nach dem Konzept der ›Statischen Überdruckkapselung‹, wobei auch hier ein zündfähiger Teil vergossen ist. Die Kennzeichnung lautet II 2G EEx pm II CT5.

Das Smart Display ist modular aufgebaut mit verschiedenen Zündschutzarten, auch um das Gewicht möglichst niedrig zu halten. So ist die Elektronik und die Stromversorgung des Panel PC's in kleinen druckfestgekapselten Gehäusen untergebracht. Verbindungen und Anschlüsse sind in der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit ›e‹, Tastaturen, Touchscreen und einige Schnittstellen Eigensicher ›i‹ ausgeführt. Da die Displays mit Hintergrundbeleuchtung mit hoher Leistung ausgestattet sind, mussten die zugehörigen Inverter nach der Zündschutzart ›m‹ vergossen werden. Bezüglich der Ethernet Verbindung wurden wegen der speziellen Anforderungen an Länge und Robustheit Lichtwellenleiter eingesetzt, die in der Zündschutzart inherent sicher ›op is‹ betrieben werden.

So ist der Explosionsschutz der einzelnen Komponenten des Gesamtsystems entsprechend den Anforderungen an deren Handhabung optimal ausgeführt.

Bild 2: Ein hochaufgelöstes Bild aus Ex-Bereichen liefert die Kamera EEx zoom 80AF, die einen 18/12 fach-Zoom und eine Nachtsicht-Funktion besitzt

Bild 3: Industrieanlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen lassen sich mit dem SMART-Kamera-System auf einfache Weise an einer Touchscreen-Bedienstation überwachen

Klein, kleiner, EEx Compact CCC95

Die Kamera EEx Compact CCC95 ist mit 55 Millimetern Durchmesser die weltweit kleinste Überwachungskamera in explosionsgeschützter Ausführung (Bild 3). Ihre Optik ist durch eine chemisch gehärtete Linse geschützt. Trotz des Stahlblechgehäuses besitzt sie ein Gesamtgewicht von nur 435 Gramm und hält sowohl aggressiven chemischen Stoffen in der Umgebung als auch erheblicher mechanischer Beanspruchung einschließlich Vibrationen stand. Die EEx Compact CCC95 ist zudem extremen Temperaturen gewachsen und damit nahezu universell einsetzbar: Bei Tiefstwerten von –30 °C bleibt ihr zuverlässiger Betrieb ebenso gewährleistet wie im Wüstenklima bis 75 °C Hitze. Der 1/3"-CCD-Sensor des Geräts liefert ein wahlweise 470 oder 580 TV-Zeilen hohes PAL- oder CVBS-Bild. Erfasst wird ein fester Blickwinkel von ±90° horizontal sowie 68° vertikal vor der Kamera. Die Stromversorgung einer EEx Compact CCC95 erfolgt durch die SMART Board-Einheit, an die sie angeschlossen wird.

Gute Sicht auch im Dunkeln

Mit ihrem Autofokus, einem 18-fach optischen und 12-fach digitalen Zoom sowie einer schwenk- und drehbaren Einrichtung bietet die Kamera EEx zoom 80AF deutlich mehr Möglichkeiten und Flexibilität in der Anwendung als der kleinere Kameratyp (Bild 2). Auch dieses Kameramodell, das mit einer automatischen Heizung ausgestattet ist, hält Umgebungstemperaturen zwischen –30 °C und +75 °C stand. Es eignet sich auch für Überwachungsaufgaben rund um die Uhr, da mittels eines Null-Lux-Nachtsichtmodus selbst in dunkelsten Umgebungen noch ein verwertbares Bild erfasst und übermittelt werden kann.

Zoomen und schwenken mit leichter Hand

An der HMI-Station lassen sich die angeschlossenen Kameras komfortabel fernbedienen (Bild 3). Befehle für Bewegungen der Kameras sowie zur Vergrößerung oder Verkleinerung der Bildansichten stehen in Form von leicht verständlichen Touchscreen-Symbolen zur Verfügung. Während die Kamera EEx Compact CCC95 nicht beweglich ist, lassen sich EEx zoom 80AF-Kameras über den Touchscreen drehen und schwenken und per Zoom können bestimmte Objekte im Bild näher inspiziert oder im Überblick mit ihrer weiteren Umgebung betrachtet werden. Der Bildschirm zeigt je nach Aufbau der Anlage wahlweise die Aufnahmen einer Kamera bzw. Bilder von zwei Kameras auf einem Split-Screen oder auf Wunsch auch eine Vierfach-Ansicht. Als SMART Display dienen PC-basierte HMI-Systeme mit Windows XP embedded-Betriebssystem. Je nach Bedarf und Aufstellungsort kann dafür ein Standard- oder ein explosionsgeschützter Bildschirm aus dem Open HMI-Segment mit 10", 15" oder 19" Bildschirmdiagonale ausgewählt werden.

Die teure Lösung ist wirtschaftlicher

Elektrische Ausrüstung einer Farbmischanlage für die Lackierung von Automobilen

von Thorsten Arnhold und Thomas Riecke

Bild 1: Farbaufbereitungsstation der Farbmischanlage während der Inbetriebnahme ohne Anwesenheit von explosionsfähiger Atmosphäre

Anhand einer für einen großen Automobilhersteller im Ausland errichteten Lackieranlage soll verdeutlicht werden, dass es sich besonders bei der Planung technischer Anlagen für explosionsgefährdete Bereiche lohnt, nicht nur die reinen Anschaffungskosten zu betrachten, sondern bereits im frühen Konzeptionsstadium die weiteren Kosten für Transport, Errichtung, Inbetriebnahme, Betrieb, Wartung u. a. bis hin zur Stilllegung und dem Rückbau zu berücksichtigen. In vorliegendem Fall handelt es sich um eine Farbmischanlage, die durch die süddeutsche Firma Eisenmann, einem weltweit führenden Anbieter von Lackieranlagen für die Automobilindustrie, geplant und im Auftrag des Endkunden in Südafrika errichtet und in Betrieb genommen wurde. Die Lösung für die elektrische Installation und die Prozessautomatisierung im explosionsgefährdeten Bereich wurde von Anfang des Planungsprozesses an in enger Zusammenarbeit mit der Firma R. STAHL ausgearbeitet.

Aufbau der Mischanlage

Bei dem beschriebenen Anlagenteil handelt es sich um das technische Teilsystem einer Farbmischanlage zur Automobillackierung, in dem die verschiedenen Farben für den eigentlichen Lackierprozess bereitgestellt und vorkonditioniert werden. Die Anlage besteht aus 42 Teilstationen, von denen 39 zur Farbversorgung dienen und zwei Stationen, die das zur Anlagenreinigung vor Farbwechseln benötigte Lösungsmittel enthalten (Bild 1). Eine weitere Station ist für die Aufnahme des verunreinigten Lösungsmittels nach dem Durchspülen bestimmt. Explosionsschutz ist in der gesamten Anlage wegen der Anwesenheit des Lösungsmittels erforderlich. Auch bei den heute dominierenden wasserlöslichen Lacken kann nicht vollständig auf die Verwendung brennbarer Substanzen zu Reinigungs- und Konditionierungszwecken verzichtet werden.

Jede der Stationen nimmt einen Versorgungsbehälter mit 1.000 kg Flüssigkeit auf. Eine Steuerstelle pro Station verarbeitet die Prozessparameter der Flüssigkeit im Versorgungsbehälter sowie die übergeordneten Prozesssignale.

Die zur Station gehörige Aufmischanlage dient zur Vorbereitung der Farbe nach der Lagerung und vor dem Lackierprozess. Das Rührwerk wird von einem Motor angetrieben, der über einen Frequenzumrichter gesteuert wird. Dadurch kann die Rührgeschwindigkeit prozessabhängig variiert werden.

Bei der Gestaltung der Gesamtanlage und der einzelnen Teilstationen mussten u. a. folgende besondere Anforderungen des Endkunden berücksichtigt werden:

- Die Anlage sollte mit möglichst wenig Bedienpersonal betrieben werden.
- Dem Personal sollen möglichst umfangreiche Informationen über den laufenden Prozess angezeigt werden.
- Die Anlage sollte für spätere Erweiterungen, z. B. wegen eines zusätzlichen Farbangebotes, gut geeignet sein.
- Sämtliche außenliegenden Anlagenteile müssen eine hohe Lösungsmittelbeständigkeit aufweisen, da es durchaus manchmal zu äußeren Verunreinigungen kommen kann, obwohl Farben und Lösungsmittel innerhalb eines geschlossenen Prozesses gehandhabt werden.

Steuerung der Farbmischstationen

Wie oben beschrieben, verfügt jede einzelne Farbmischstation über eine eigene Steuerung. Die einzelnen Steuerungen werden über ein Subnetz durch eine für die Gesamtanlage zuständige Speicher programmierbare Steuerung SPS-S7 gesteuert. Letztere ist wiederum über eine Ethernetschnittstelle in die übergeordnete Leitebene eingebunden.

Ein zentraler Bestandteil der Stationssteuerungen sind die explosionsgeschützten Visualisierungsterminals von R. STAHL vom Typ ET 306 (Bild 2). Die Bedienstationen sind sternförmig mit der SPS über Ethernet verbunden. Die Verbindung mit der diskreten E/A-Ebene erfolgt über Remote I/O-Systeme und eine eigensichere Profibusverbindung. Über diese E/A-Ebene werden sowohl die Bedienbefehle, als auch die Signale der Prozesszustände rangiert.

Bild 2: Explosionsgeschützte Steuertafel mit Visualisierungsstationen ET 306 und diskreten Befehls- und Meldegeräten

Die Bedienung erfolgt entweder über in die Steuertafel integrierte Drucktaster und Schalter oder über die Tastatur der Visualisierungsterminals.

Die Steuerungen sind standardisiert, wodurch der notwendige Programmieraufwand deutlich verringert werden konnte.

Auf den Visualisierungsterminals werden dem Anlagenfahrer u. a. folgende Prozessparameter und -meldungen angezeigt:

- Lackfarbe
- Füllstand im Vorratsbehälter
- Flüssigkeitsdruck vor und hinter dem Filter
- Temperatur in der Flüssigkeit
- Das komplette Prozessschema
- Verschiedene Alarmmeldungen, wie z. B. über das Trockenlaufen von Pumpen oder über Überfüllzustände.

Die gesamte Farbmischstation ist explosionsgeschützt. Das Innere der Flüssigkeitsbehälter sowie der anderen Anlagenteile sind als Zone 0 eingestuft. Folglich müssen die eingebauten Sensoren und Magnetventile Geräte der Kategorie 1 sein. Die restliche Anlage ist im Fall von lösungsmittelhaltigen Lacken als Zone 1 und im Fall von wasserlöslichen Lacken als Zone 2 eingestuft, wobei man aus Gründen der Vereinfachung in beiden Fällen Produkte der Gerätekategorie 2 verwendete. Neben der Steuertafel sind dies der Motor für das Rührwerk (der Frequenzumrichter ist außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches installiert), Steckvorrichtungen und Sensoren. Die beiden im Bild 3 auf der Bedienstation montierten Steckvorrichtungen vom Typ 8175 von R. STAHL dienen zum einen zum elektrischen Anschluss des Motors und zum anderen zur Verbindung des Thermistor-Motorschutzes. Mit der am rechten Bildrand erkennbaren explosionsgeschützten Steckvorrichtung wird die gesamte Farbmischstation mit der elektrischen Anlage verbunden. ➔

Bild 3: Blick in die Farbmischanlage

Die weitere Umgebung der Stationen ist als Zone 2 eingestuft. Deshalb wurden Langfeldleuchten der Gerätekategorie 3, ECOLUX 6600 von R. STAHL, installiert.

Nicht nur die elektrische Ausrüstung musste explosionsgeschützt ausgeführt werden, sondern auch für alle nicht-elektrischen Teile der Anlage waren die Anforderungen der europäischen ATEX-Richtlinie 94/9/EG für mechanische Betriebsmittel zu erfüllen.

Optimale Lösung für den Endanwender

In der Vergangenheit wurden derartige Anlagen mit konventionellen Steuerpulten ausgestattet. Die Steuerung der Anlage erfolgte ausschließlich über Drucktaster und Wahlschalter sowie über Potentiometer.

In einer weiteren Entwicklungsstufe kam der Einsatz kleiner Digitalanzeigen zur Visualisierung der Prozessparameter hinzu.

Am Anfang der Konzeptphase wurde wegen der geringeren Anschaffungskosten im Vergleich zu einer modernen Lösung die herkömmliche Lösung bevorzugt.

Bei genauer Betrachtung stellte sich aber schnell heraus, dass die hohen Kosten für die Installation, die Kalibrierung und die Inbetriebnahme, die im Fall einer Lösung mit einfachen digitalen Anzeigegräten anfallen würden, die Differenz der Anschaffungspreise weit übersteigen würden.

Die herkömmlichen Lösungen basieren auf direkten Punkt-zu-Punkt-Verdrahtungen zwischen den einzelnen Farbmischstationen. Das Einfahren der Anlagenteile ist dadurch erst nach der Installation beim Endkunden möglich. Erfahrungswerte besagen, dass allein das Kalibrieren der Digitalanzeigen mehr als drei Mannwochen vor Ort in Südafrika bedeutet hätten.

Im Fall der modernen Lösung mit den weitestgehend autark arbeitenden Bedienstationen mit Visualisierungsterminal ließen sich die Kosten für die Installation und Inbetriebnahme deutlich senken. Die komplette Vorbereitung der Abfüllstationen einschließlich der Einstellung der Parameter und des Kalibrierens der Messeinrichtungen konnte bereits in Deutschland im Anschluss an die Montage der Anlagenteile erfolgen. Durch die Standardisierung der Geräte konnte der Aufwand dafür deutlich reduziert werden. Nach Abschluss dieser Arbeiten erfolgte der Transport zum Endkunden. Vor Ort erfolgte die relativ einfache Verbindung der einzelnen Anlagenteile (quasi als ›plug and play‹-Technik!) und die Inbetriebnahme der Gesamtanlage. Beachtet man weitere signifikante Kosteneinsparungen durch einen geringeren Materialaufwand für das Installationsmaterial und durch geringere Logistikkosten, ergibt sich eine Einsparung an den Gesamtkosten bis zur Fertigstellung der schlüsselfertigen Anlage von ca. 25 %!

Rechnet man noch die technischen Vorteile der modernen Lösung hinzu, sowie die reduzierte Fehlerwahrscheinlichkeit, kommt man zu dem Schluss, dass sich der Aufwand der unter Beachtung aller notwendigen Aktivitäten von der Planung bis zur Fertigstellung der Anlage sehr gelohnt hat. Durch die enge Zusammenarbeit des Anlagenbauers mit dem Lieferanten der wesentlichen Teilsysteme der elektrischen Ausrüstung in explosionsgeschützter Ausführung während der gesamten Planungs- und Ausführungsphase gelang es, dem Endkunden die technisch beste Lösung zu einem günstigen Preis zu liefern.

PCIC EUROPE

PETROLEUM & CHEMICAL INDUSTRY COMMITTEE

4th
Petroleum and Chemical Industry Conference Europe –
Electrical and Instrumentation Applications

June 13 – 15, 2007 Paris, France

Conference Site

Hotel Concorde La Fayette
3, place du Général Koenig
75017 Paris

Tel. +33 (0) 1 40 68 50 68
Fax +33 (0) 1 40 68 50 43
e-mail: booking@concorde-hotels.com
internet: www.concorde-lafayette.com

Rooms at € 210.–/night (separate registration)

Also visit the next PCIC
June 10 – 12, 2008 Weimar, Germany

www.pcic-europe.eu

Eine Frage bitte …

Kunden fragen – wir antworten

Welche Maßnahmen sind in explosionsgefährdeten Bereichen bei Anwendung von Lichtleitern durchzuführen?

Strahlung im optischen und infraroten Bereich kann durch Absorption und dadurch bedingte Erwärmung eine explosionsfähige Atmosphäre zünden. In den Explosionsschutzregeln Ex-RL werden dafür unter E 2.3.9 folgende grundlegenden Schutzmaßnahmen gefordert:

›In allen Zonen sind Einrichtungen, die durch Resonanzabsorption eine Zündung bewirken können, nicht zulässig.

In allen Zonen sind für die jeweilige Zone zugelassene oder geeignete Strahlung erzeugende elektrische Betriebsmittel einsetzbar, wenn

- die Energie eines Strahlungsimpulses oder Energieflusses (Stärke) einer Dauerstrahlung so gering ist, dass sie die explosionsfähige Atmosphäre nicht zünden kann oder
- die Strahlung sicher eingeschlossen wird, so dass

1. jegliches Entweichen von Strahlung, die explosionsfähige Atmosphäre zünden könnte, aus der Umschließung in den gefährdeten Bereich sicher verhindert wird und keine durch Strahlung erhitzten Oberflächen auftreten, an denen sich explosionsfähige Atmosphäre außerhalb der Umschließung entzünden könnte und
2. die explosionsfähige Atmosphäre nicht in die Umschließung eindringen kann oder eine im Inneren der Umschließung auftretende Explosion nicht in den gefährdeten Bereich übergreifen kann.

In den Zonen 2 und 22 müssen obige Bedingungen bei Normalbetrieb gewährleistet sein, in den Zonen 1 und 21 auch bei selten auftretenden Situationen (Betriebsstörungen), und in den Zonen 0 und 20 sogar bei selten eintretenden Situationen (z. B. bei seltenen Betriebsstörungen).‹

Bei Anwendung von Lichtleitern in explosionsgefährdeten Bereichen ist also zunächst festzustellen, ob die Strahlung im gefährdeten Bereich betriebsbedingt oder im Fehlerfall ins Freie treten kann. Ist bei Normalbetrieb ein Austritt auszuschließen, so sind in den Zonen 2 und 22 keine weiteren Maßnahmen erforderlich. In den Zonen 1 und 21 muss jedoch die Möglichkeit eines Fehlers in Betracht gezogen werden. Der Lichtleiter muss z. B. durch eine Armierung gegen äußere Beeinflussung gesichert sein oder alternativ geschützt verlegt werden. (Anwendung der Zündschutzart ›op pr‹ nach IEC 60079-28:2006-08 Explosive atmospheres – Part 28. Protection of equipment and transmission systems using optical radiation).

Für die Zonen 0 und 20 ist dieses Schutzkonzept nicht zulässig.

Kann jedoch Strahlung aus der Umschließung des Lichtleiters während des Betriebes austreten, z. B. beim Anschluss oder Abtrennen von Geräten oder Stichleitungen, so ist das Konzept ›Energiebegrenzung‹ (Zündschutzart Inherent safe optical radiation ›op is‹) anzuwenden. Bei kontinuierlicher Strahlung ist in Abhängigkeit von der Explosionsgruppe und der Temperaturklasse die Strahlungsleistung und die Leistungsdichte auf sichere Werte zu begrenzen (15 mW/mm² für IIC,T6 bis 150 mW/mm² für IIA, T3 bzw. 5 bis 20 mW/mm², siehe IEC 60079-28 Tabelle 2). Im Pulsbetrieb ist je nach Pulsdauer die Pulsenergie zu begrenzen. Bei Pulsdauern < 1 ms darf die Mindestfunkenzünd-

energie der explosionsfähigen Atmosphäre MIE (Minimum spark Ignition Energie) nicht überschritten werden; bei Pulsdauern von 1 ms bis 1 s gilt der zehnfache Wert. Pulsdauern >1 s sind als kontinuierlicher Betrieb zu betrachten.

Die Maßnahmen zur Energiebegrenzung müssen so ausgelegt sein, dass sie sicher sind:

- in Zone 0 und 20 bei zwei unabhängig auftretenden Fehlern,
- in Zone 1 und 21 bei einem auftretenden Fehler,
- in Zone 2 und 22 im Normalbetrieb.

Die IEC 60079-28 definiert eine weitere Zündschutzart: Optical radiation interlock with optical fibre break ›op sh‹. Diese Zündschutzart ist anwendbar, wenn die Strahlung nicht inherent sicher ist. Eine Zündung der explosionsfähigen Atmosphäre wird dabei durch eine schnelle Zwangsabschaltung beim Versagen der Einschließung der Strahlung verhindert.

In den Baubestimmungen der IEC 60079-11 – Geräteschutz durch Eigensicherheit ›i‹ – wurde das Schutzniveau ›ic‹ eingeführt. Dieses ersetzt zukünftig die Zündschutzart ›nL‹ aus IEC 60079-15 für Zone 2-Anwendungen. Insbesondere im Hinblick auf bestehende Anlagen und deren Instandhaltung stellt sich die Frage, ob nL- und ic-Betriebsmittel in einem Stromkreis mischbar sind und ob für die Installation der Stromkreise gleiche Anforderungen gelten?

Für eigensichere Stromkreise zum Einsatz in Zone 2 wurden in den neuen Baubestimmungen der IEC 60079-11: 2006-07 Anforderungen für ein neues Schutzniveau ic aufgenommen, denen die eigensicheren und zugehörigen Betriebsmittel für solche Stromkreise zukünftig entsprechen müssen. Obwohl man sich dabei weitgehend an den Anforderungen der IEC 60079-15 für die Zündschutzart nL ›energiebegrenzte Betriebsmittel‹ orientiert hat, musste man an einer Stelle klar Farbe bekennen: ic-Stromkreise sind eigensichere Stromkreise und als solche von nicht eigensicheren Stromkreisen sauber getrennt zu halten! Bei nL-Stromkreisen ist dies nicht eindeutig festgelegt.

Konsequenzen daraus ergeben sich schon für das Design bzw. die Auswahl der Betriebsmittel. Wie bei allen eigensicheren und zugehörigen Betriebsmitteln müssen auch bei Geräten mit Schutzniveau ic bestimmte Abstände an den Anschlussteilen eingehalten werden. Das bedeutet, dass die Anschlussteile von eigensicheren ic-Stromkreisen einen Abstand von mindestens 50 mm zu Anschlussteilen von nicht eigensicheren Stromkreisen aufweisen müssen. Zwischen getrennten eigensicheren Stromkreisen aller Schutzniveaus ist an den Anschlussteilen ein Abstand von 6 mm nötig, zu geerdeten Teilen 3 mm. Bei den existierenden Zone 2-Betriebsmitteln ist dies nicht immer eingehalten (auch nicht bei nL-Betriebsmitteln).

Auch für die Installation werden sich Konsequenzen ergeben, weil die ic-Stromkreise wie eigensichere Stromkreise zu behandeln sind und damit getrennt von nicht eigensicheren Stromkreisen verlegt und als eigensicher gekennzeichnet werden müssen. Bei nL-Stromkreisen ist dies nicht festgelegt und in bestehenden Anlagen vermutlich überwiegend auch nicht so ausgeführt.

Die neuen Anforderungen werden gerade für die nächste Ausgabe der Errichtungsbestimmung IEC 60079-14 diskutiert und man darf gespannt sein, wie die internationalen Interessen zusammengeführt werden können.

Damit ist klar, dass nL-Betriebsmittel nicht ohne weiteres in ic-Stromkreisen verwendbar sind und dass nL-Stromkreise in bestehenden Anlagen sich kaum in ic-Stromkreise umwidmen lassen werden. Umgekehrt spricht nichts gegen eine Verwendung von ic-Betriebsmitteln in nL-Stromkreisen.

Buchvorstellungen

Berthold Dyrba
Lexikon Explosionsschutz 2006,
Carl Heymanns Verlag, Köln
ISBN 3-452-26037-2
42,00 Euro

Lexikon Explosionsschutz

Mit Inkrafttreten der Betriebssicherheitsverordnung wurde vertrauten Regelwerken, die im Explosionsschutz alltäglich Anwendung fanden, die gesetzliche Grundlage entzogen. Dem neuen Regelwerk liegen zwar die gleichen technischen und organisatorischen Explosionsschutzmaßnahmen zugrunde, doch die rechtliche Basis ist vielen nicht vertraut und der aktuelle Stand nicht im Detail bekannt. Dies verunsichert umso mehr, als dass teilweise alte Formulierungen durch neue Begriffe ersetzt wurden.

Das Lexikon Explosionsschutz von Dr. Berthold Dyrba erklärt etwa 150 Stichwörter und Definitionen zum Explosionsschutz und angrenzenden Fachgebieten. Es bietet einen aktuellen und umfassenden Überblick über die rechtlichen Neuerungen in diesem Bereich. Den neuen Begriffen werden die alten Formulierungen gegenübergestellt, damit die Verwendung unterschiedlicher Definitionen zu gleichen Ausdrücken vermieden werden kann. In den Fällen, in denen keine aktuellen Quellen gefunden werden konnten, hat der Autor ältere Formulierungen zitiert oder freie Erklärungen vorgenommen.

Ausgewertet wurden über 250 europäische Richtlinien, Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln, BG-Regeln, BG-Informationen, Technische Dokumentationen und Normen. Über die Quellenangaben erhält der Anwender die Möglichkeit, sich mit einem Teilgebiet ausführlicher zu befassen.

Aufgrund seiner jahrzehntelangen Praxiserfahrung auf dem Gebiet des Explosionsschutzes (u. a. Federführung bei der Überarbeitung der EX-RL mit Beispielsammlung) konnte er ein Hilfsmittel an die Hand geben, das für den Praktiker einen Gewinn im Hinblick auf Effizienz, Aktualität und Zuverlässigkeit bietet.

Loseblattsammlung mit CD-ROM
Ergänzungslieferungen ca. 2 x jährlich
ISBN 3-452-25836X
148,00 Euro

Kompendium Explosionsschutz

Das Vorschriften- und Regelwerk für den Explosionsschutz in Deutschland erfährt gegenwärtig einen tiefgreifenden Umbruch. Durch die auf Basis der EG-Richtlinien 94/9 EG und 1999/92 EG in der Bundesrepublik Deutschland erlassene Explosionsschutzverordnung ExVO und Betriebssicherheitsverordnung BetrSichV wurde der Explosionsschutz auf eine neue Rechtsgrundlage gestellt. Damit sind eine Vielzahl von gravierenden Veränderungen eingetreten, die vor allem Betreiber von Anlagen, die nur am Rande mit dem Explosionsschutz konfrontiert werden, vor große Probleme stellen.

Hier ist das ›Kompendium Explosionsschutz‹ eine große Hilfe. In dieser Sammlung werden über 200 Fragen aus der Praxis zum Explosionsschutz in einer auch für den Fachlaien verständlichen Weise beantwortet.

Im Teil A ›Explosionsschutz in Frage und Antwort‹ werden alle wichtigen Themen des Explosionsschutzes aufgegriffen. Der Bogen wird gespannt von den Rechtsgrundlagen, den EG-Richtlinien, Verordnungen, BG-Regeln und den Technischen Regeln, über die Sicherheitstechnischen Kenngrößen, der Gefährdungsbeurteilung, den Maßnahmen zur Vermeidung von explosionsfähiger Atmosphäre, der Zoneneinteilung, der Vermeidung wirksamer Zündquellen, den Zündschutzarten, dem konstruktiven Explosionsschutz, dem Explosionsschutzdokument, den Anlagenprüfungen bis hin zu Fortbildungs- und Schulungsmaßnahmen.

Im Teil B sind die entsprechenden EG-Richtlinien, die ExVO, die Betriebssicherheitsverordnung BetrSichV, die BG-Regeln Ex-RL (BGR 104) und BRG 132 (Elektrostatik), der ATEX Leitfaden zur Richtlinie 94/9 EG, die Technischen Regeln TRBS und – nur auf CD-ROM – die Technischen Regeln für brennbare Flüssigkeiten TRbF aufgenommen.

Das Kompendium ist ein wertvolles Hilfsmittel für alle, die sich mit dem Explosionsschutz gelegentlich oder auch schwerpunktmäßig befassen müssen.

H. Greiner (Herausgeber), T. Arnhold, D. Beermann, K. de Haas, K. Kienzle, A. Schimmele, P. Völker
2., völlig neu bearbeitete und erweitere Auflage 2006
384 Seiten kartoniert
ISBN 3-8101-0235-0
48,00 Euro

Elektroinstallation und Betriebsmittel in explosionsgesfährdeten Bereichen

Schon ein erstes Blättern in dieser neuen Auflage weckt Neugier, in welcher Vielfalt sich der Explosionsschutz verändert hat. Äußerlich in bisheriger Form hat das Buch in der Seitenzahl um etwa 20% zugenommen, im Inhalt dagegen dank anderer Drucktechnik um nahezu 70%. Mit Helmut Greiner als neuem Federführenden teilt sich nun ein Team von sieben praxiserfahrenen Fachspezialisten den Stoff der erweiterten Gliederung. Alle Autoren arbeiten intensiv in Normengremien mit und treten zusätzlich als Referenten und Lehrgangsleiter von Ex-Seminaren in Erscheinung.

Zwölf Abschnitte spannen den Bogen über sechs Themengruppen des Explosionsschutzes: Rechtliche Belange, physikalisches Basiswissen, Zündschutzmaßnahmen, Gerätetechnik, Anlagentechnik und Betreiben. Eingangs werden die ExVO und die BetrSichV europäisch begründet und erläutert, gefolgt von begrifflichen und normativen Grundlagen mit der Zoneneinteilung. Gegenstand von drei weiteren Abschnitten sind die Zündschutzmaßnahmen bei Gas- und bei Staubexplosionsgefahr, nun ergänzt durch die Belange der nichtelektrischen Geräte.

Mehr als die Hälfte des Buches beanspruchen fünf ausführlich gehaltene Abschnitte mit anlagetechnischem Inhalt: Errichten, Schaltgeräte und -anlagen, elektrische Antriebe, Beleuchtungsanlagen sowie eigensichere Stromkreise. Zwei nicht minder informative Abschnitte am Schluss befassen sich mit dem Betreiben und Instandhalten.

Die Eigenständigkeit der in sich geschlossenen Abschnitte legt es in das individuelle Fachinteresse des Lesers, thematische Schwerpunkte zu entdecken. Unterstützt wird er dabei durch eine eingängige und argumentierende Darstellungsweise mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen.

Als Orientierungshilfen stehen neben dem komfortablen Inhaltsverzeichnis drei reichhaltige Verzeichnisse zur Verfügung mit Stichwörtern, Abkürzungen und Literaturquellen.

Das Buch empfiehlt sich vor allem dem Praktiker vor Ort oder am Schreibtisch, aber es gehört ebenso in die Tasche all derer, die noch nicht vertraut sind mit den Besonderheiten des Explosionsschutzes.

J. Pester

Produkt-Neuheiten

Bild 1: Reparaturleuchte ToughLux mit ergonomischem Griff, Wegrollschutz und Aufhängehaken samt Stufenarretierung

Bild 2: Varianten miniCLIX 7-polig

Langlebiges Leichtgewicht: Reparatur- und Maschinenleuchte ToughLux für Zone 1

Dank der Aluminium-Basis und einem Gehäuserohr aus Polycarbonat bringt die neue explosionsgeschützte Leuchte ToughLux wenig mehr als ein Kilogramm Gewicht auf die Waage. Ins R. STAHL-Produktprogramm reiht sie sich als Reparaturleuchte Typ 6149 ein. Sie ist nicht nur leicht und handlich, sondern vor allem praxisgerecht ausgelegt: Am ergonomisch geformten Griff ist sie zur sicheren Positionierung mit einem Wegrollschutz ausgestattet, am Aufhängehaken zusätzlich mit einer komfortablen Stufenarretierung versehen. Montagezubehör, wie etwa eine Federklammer mit Magnetfuß, sorgen für noch mehr Flexibilität: Sehr bequem kann die Leuchte so mit einem Handgriff sicher fixiert werden, um gezielt den Arbeitsbereich oder eine Maschine auszuleuchten. Mit wahlweise zwei oder vier Kaltkathoden-Lampen, die über 50.000 Stunden Lebensdauer bieten, liefert sie einen extrem hohen Lichtstrom. Die ToughLux erreicht die Schutzart IP 66/67 und ist bei Umgebungstemperaturen zwischen –20°C und +40°C in explosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 1, 2, 21 und 22 einsetzbar. Der Explosionsschutz wird durch eine druckfest gekapselte Bauweise erreicht, II 2G EEx d IIC T4 bzw. II 2D IP66 135°C. Die zwei- und vierflammigen Modelle sind in je fünf Ausführungen für unterschiedliche Nennspannungen verfügbar (12 V AC, 12 V DC, 24 V AC, 24 V DC, 110–254 V AC). Bei starker mechanischer Beanspruchung können ToughLux-Leuchten zusätzlich mit einem externen Edelstahl-Schutzkorb ausgerüstet werden.

Explosionsgeschütztes Steckverbinder-System miniCLIX jetzt auch 7-polig für bis zu 400 V AC/16 A

Mit dem Steckverbinder-System miniCLIX hat R. STAHL eine innovative Lösung für das Trennen nicht-eigensicherer Signale in explosionsgefährdeten Bereichen auf den Markt gebracht. Mit miniCLIX wurde es dem Anwender erstmals ermöglicht, alle Geräte und Systeme während des Betriebs in der Zone 1 ohne Abschalten oder besondere Genehmigung zu installieren, warten oder auszutauschen. Auch druckfest gekapselte Feldgeräte können einfach mit diesen Steckverbindern zu einer ›Plug&Play Version‹ umgerüstet werden. MiniCLIX wurde für einen breiten Einsatzbereich von der Bustechnik und Industrial Ethernet bis hin zu Niederspannungstechnik konzipiert.

Die neueste Komponente in der miniCLIX Familie ist die 7-polige bzw. bei AC-Signalen die 6+PE-polige Ausführung.

Diese wurde speziell für Anforderungen der Niederspannungstechnik ausgelegt. Mit einer Bemessungsspannung von bis zu 400 V AC und einem Bemessungsstrom von bis zu 16 A eignet sich miniCLIX ideal für alle Anwendungen, in denen mit höheren Leistungen gearbeitet wird. Demzufolge sind jetzt auch Leitungen größerer Querschnitte mit Außendurchmeser bis 15 mm anschließbar.

Durch das Hinzufügen von zwei weiteren Kontakten erschließen sich neue Anwendungsgebiete für das miniCLIX System. Ein möglicher Einsatzfall ist z. B. bei Drehstrommotoren mit Wicklungsüberwachung oder Servosignalen zur Drehzahlsteuerung.

Die bewährten miniCLIX Vorteile sind natürlich geblieben: Stecken und Ziehen in der Zone 1 unter Spannung, Gehäusematerialien wahlweise Kunststoff, Messing vernickelt oder Edelstahl, Verwechslungssicherheit durch 12 unterschiedliche Kodierungen, Anschluss wahlweise Crimp- oder Federzugtechnik und ein sehr robustes Design mit der Staub- und Wasserschutzart IP66/IP68. Auch bei der 7-poligen Ausführung stehen Varianten für armierte Kabel und den direkten Anbau an druckfest gekapselte Gehäuse zur Verfügung. Auf Wunsch werden die miniCLIX Steckverbinder nach Vorgabe mit vorkonfektionierten Leitungen geliefert.

Mit der Kennzeichnung Ⓔx II 2 G Ex de IIC T6 sind alle Ausführungen für den Einsatz in gasexplosionsgefährdeten Bereichen der Zone 1 geeignet.

miniCLIX : ziehen – drehen – ziehen …
so einfach kann es sein!

Remote I/O System IS1 jetzt mit Industrial Ethernet Kommunikation

Als R. STAHL 1988 das erste Remote I/O System auf den Markt brachte, damals noch als Feldbussystem ICS MUX bezeichnet, war die Auswahl an leistungsfähigen Bussen für die Prozessautomation recht gering. Daher wurde ein eigenes Feldbus-Protokoll entwickelt, der R. STAHL Standard-Bus. Im Laufe der Jahre kamen dann die offenen Busprotokolle hinzu, ganz vorne dabei der Profibus DP. Der Abschied vom proprietären Bus stand zwar bevor, jedoch gab es für den Profibus DP keine explosionsgeschützte Ausführung, eine unabdingbare Voraussetzung für den Einsatz eines Zone 1 Remote I/O Systems. Deshalb entwickelte R. STAHL eine eigensichere Ausführung des Profibus DP, die viele Jahre später in 2003 mit leichten Modifikationen von der Profibus Nutzer Organisation unter dem Namen RS485-IS standardisiert wurde.

Seit wenigen Jahren macht eine neue Technologie von sich reden, das Industrial Ethernet. Obwohl bereits in den 70er Jahren entwickelt, wird Industrial Ethernet erst seit wenigen Jahren in der Fabrikautomation und dabei weniger in der Prozessautomation eingesetzt. Obwohl Industrial Ethernet einige Vorteile aufzuweisen hat – man denke an Schlagworte wie ›vertikale Integration‹ oder Einsatz von Standard IT-Komponenten‹ – scheint die Akzeptanz, insbesondere in der Prozessautomation, noch zu fehlen. Gründe hierfür sind u. a. die mittlerweile auf 11 angewachsene Anzahl der unterschiedlichen Real Time Ethernet Protokolle oder der Mangel an Lösungen für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen. Die beiden marktbeherrschenden Feldbus-Organisationen Profibus International und Fieldbus Foundation arbeiten derzeit daran, ›ihre‹ Protokolle Profinet bzw. FF HSE für die Belange der Prozessautomation zu ertüchtigen. Mit Ergebnissen wird allerdings frühestens Ende 2008 gerechnet.

›Mit dem Remote I/O für Industrial Ethernet besteht bereits heute die Möglichkeit, auf die neueste Technologie zu setzen.‹

R. STAHL hat sich entschieden, mit dem Remote I/O System IS1 den Sprung auf den Industrial Ethernet Zug jetzt bereits zu wagen. Bei der Auswahl des Protokolls entschied man sich für einen der Urväter der Busprotokolle, den Modbus und zwar in seiner modernisierten, Ethernet-tauglichen Variante als Modbus TCP/IP bezeichnet. Modbus war und ist eines der effektivsten Protokolle, um Daten zu übertragen, dabei aber relativ einfach zu implementieren und zu verwenden, und er unterstützt sogar redundante Strukturen. Da es für Modbus TCP/IP aber keine standardisierten Mechanismen zur Konfiguration, Parametrierung oder Diagnose gibt, wurde hierfür von R. STAHL ein entsprechender Device Type Manager (DTM) entwickelt. Damit kann das IS1 System über Ethernet mit Standard Softwarepaketen, wie Pactware, Fieldcare, Fieldmate usw., konfiguriert und diagnostisiert werden.

Mit der Anpassung an Industrial Ethernet wurde das CPU & Power Modul, der IS1 CPM modifiziert. So besteht dieser jetzt aus zwei separaten Baugruppen, einer Kommunikationseinheit mit PC-ähnlichem Innenleben und einer Versorgungseinheit. Weiterhin sind beide Baugruppen ›hot-swap‹ fähig, d. h. sie können einzeln während des Betriebs unter Spannung in der Zone 1 ausgetauscht werden. Bei den Ein- und Ausgabemodulen des IS1 Systems hat sich nichts verändert. Diese sind zusammen mit der bewährten BusRail weiterhin auch am neuen System einsetzbar.

IS1 für Ethernet kann sowohl an einem redundanten Ethernet als auch an einem einfachen Ethernet mit Versorgungsredundanz der CPU-Baugruppe betrieben werden. Bei einem Ausfall des primären oder sekundären Ethernet erreicht das IS1 System Umschaltzeiten von maximal 200 ms – weitaus schneller als das mit Standard-Ethernet Mechanismen, wie Rapid Spanning Tree, erreichbar ist. Damit ist diese Lösung für nahezu alle kritischen Anwendungen der Verfahrenstechnik einsetzbar.

Doch wie wurde die Anforderung an den Explosionsschutz umgesetzt? Dabei ist das IS1 System für den Einsatz in der Zone 1 bzw. Div. 1 ausgelegt. Die Ethernet-Schnittstelle wird mit Lichtwellenleitern herausgeführt, um auch größere Entfernungen zu überbrücken, wie sie insbesondere bei der Installation im Feld bzw. der Zone 1 vorkommen. Da auch Licht eine Zündquelle darstellt, wird hierfür die sogenannte ›optische Eigensicherheit‹ als Zündschutzart verwendet. Diese relativ neue Zündschutzart, inherentsicher ›op is‹, ist in der Vorschrift IEC 60079-28 beschrieben. Eine entsprechende Trennstufe, bei Ethernet-Strukturen also ein ›Ex op is Switch‹, ist ebenfalls verfügbar. Mit dem Remote I/O für Industrial Ethernet besteht bereits heute die Möglichkeit, auf die neueste Technologie zu setzen. Fast jedes Leitsystem, wie z. B. Emerson Delta V oder Yokogawa Centum CS, unterstützt das Modbus TCP/IP Protokoll.

In ca. zwei Jahren wird mit Profinet und FF HSE eine noch bessere Integration zur Verfügung stehen. R. STAHL arbeitet in beiden Arbeitsgruppen aktiv mit an der Integration der Remote I/O Technik in die Kommunikationstechnik der Zukunft. ➔

Suchscheinwerfer der neuen Commander-Serie

Tranberg, ein Unternehmen der R. STAHL Technologiegruppe, verfügt über eine langjährige Erfahrung in der Herstellung von Qualitätsprodukten für den Einsatz unter den rauen Bedingungen auf See. Die Suchscheinwerfer von Tranberg zeichnen sich genau durch diese Qualität aus. Sie sind aus Edelstahl gefertigt (AISI 316) und weiß pulverbeschichtet. Sie erfüllen die gleichen Qualitätsstandards wie die bekannten Tranberg Schiffspositionsleuchten.

›Tranberg bietet Lösungen für große Tankschiffe bis hin zu kleinen Fischereifahrzeugen.‹

Die von Tranberg hergestellten Suchscheinwerfer-Systeme werden weltweit auf Offshore-Schiffen, Tankschiffen, Hochgeschwindigkeitskatamaranen, Fähren und Schüttgutschiffen eingesetzt.

Die Produktpalette der Tranberg Suchscheinwerfer umfasst eine Vielzahl von Varianten:

Nach der Art der Steuerung werden vier Typen unterschieden

- Deckgesteuert:
  Die Suchscheinwerfer sind fest eingestellt auf eine Position.
- Kabinengesteuert:
  Die Suchscheinwerfer werden über einen an der Decke in der Ruderkabine auf der Brücke montierten Betätigungshebel gesteuert.

Bild 3: Suchscheinwerfer der neuen Commander-Serie

- Ferngesteuert:
  Die Suchscheinwerfer sind mit einer motorisierten Steuereinheit und einer Fernsteuerung ausgerüstet. Ein Suchscheinwerfer muss über ein Master-Bedienpanel und eventuell mehrere zusätzliche Bedienpanele verfügen.
- Commander-Serie:
  Die Suchscheinwerfer dieser neuen Serie sind ebenfalls ferngesteuert, aber zusammen mit den Bedienterminals über eine Busverbindung an ein Netzwerk angeschlossen.
  Die folgenden Lichtquellen sind möglich:
- Halogenlampen
- Xenonlampen
- Natriumhochdrucklampen

Weitere Optionen sind eine eingebaute Heizung, motorisch verstellbarer Fokus, ein Haltegestell und eine Abdeckung.

- Die traditionellen Ausführungen ferngesteuert über Relais
  Für die Steuerung eines relaisgesteuerten Suchscheinwerfers wird nur ein Master-Bedienterminal benötigt. Wenn jedoch zusätzlich aus anderen Positionen auf der Brücke ein bestimmter Suchscheinwerfer gesteuert werden soll, sind zusätzliche Bedienstationen erforderlich. Alle Terminals werden über die Steuerkonsole der Brücke mit 24 V DC versorgt und der Suchscheinwerfer ist über ein mehradriges Kabel an das des Masterterminals angeschlossen.
- Die neue Commander- Serie
  Selten hat ein neues Produkt beiden, dem Schiffbauer und dem Schiffseignern, so viele Vorteile geboten. Der Reeder braucht in Hinblick auf Technik, Qualität und Handling das optimale Produkt, wohingegen der Schiffbauer üblicherweise immer nach der preisgünstigsten Lösung sucht. Bedienerfreundlichkeit und einfache, platzsparende Installation auf der Brücke, das alles bieten die neuen Suchscheinwerfer der Commander-Serie.
  Für diese busgesteuerten Suchscheinwerfer benötigt man nur ein Bedienterminal, über das bis zu 8 Scheinwerfer gesteuert werden können. Wenn aus anderen Positionen auf der Brücke oder von anderen Stellen auf dem Schiff diese Scheinwerfer parallel bedient werden sollen, müssen baugleiche Terminals verwendet werden. Bis zu 8 Nebensteuerstellen sind möglich. Wenn ein Bedienterminal ausfällt, wird die Funktion der anderen Terminals nicht beeinträchtigt. Die Terminals werden über den Steuerstand der Brücke mit 24 V DC versorgt. Die einzelnen Terminals und die Suchscheinwerfer sind über ein einziges Netzwerkkabel (Busverbindung) miteinander verbunden.
- Sichere Bedienung
  Einfach den Taster für den zu steuernden Scheinwerfer drücken und schon läuft die Steuerung! Zusätzlich kann die Hintergrundbeleuchtung für Text und Graphiksymbole auf jedem Bedienterminal an die Lichtverhältnisse angepasst werden, was eine einfache und sichere Bedienung auch im Dunkeln ermöglicht. Der neue Suchscheinwerfer-Motor ist zur Zeit der schnellste Motor auf dem Markt und bewegt den Scheinwerfer bis zu 60 Grad pro Sekunde. Dieser Wert ist einstellbar entsprechend den Erfordernissen.

›Tranberg's neue Suchscheinwerfer der Commander-Serie – eine Revolution!‹

Dadurch dass im Grundsatz nur ein Terminal zur Steuerung von bis zu acht Scheinwerfern notwendig ist, wird wertvoller Platz auf dem Steuerstand der Brücke eingespart. Die Anzahl der vom Navigator zu bedienenden Stellen wird dadurch reduziert. Dies erhöht die Sicherheit. Speziell bei Schiffen der Naut-OSV-Klasse ist es nahezu unmöglich, wegen der fehlenden Hände und Augen, mehrere Stationen zu bedienen.

Bild 4: Bedienstation für Suchscheinwerfer der Commander-Serie

- Kostengünstige Installation
  Für den Elektriker bedeutet das neue System eine Zeitersparnis beim Einbau der Suchscheinwerfer. Alle Bedienterminals sind auf 24 V DC ausgelegt, was den Störeinfluss auf andere Einrichtungen auf der Brücke auf ein Minimum reduziert.
  Zwischen den Bedienstationen und den Suchscheinwerfern wird eine Datenleitung der Klasse 5 verwendet. Dies bedeutet für den Elektroniker einen erheblich reduzierten Zeitaufwand bei der Installation.
  Die Suchscheinwerfer sind mit 230 V AC zu versorgen.
- Technologie
  Die Elektronik basiert auf modernster Mikroprozessortechnologie und einer stabilen 485 Netzwerkkommunikation zwischen den Bedienterminals und Suchscheinwerfern. Von allen parallel geschalteten Terminals aus kann die Kommunikation überwacht werden, d. h. es wird angezeigt, welche Suchscheinwerfer eingeschaltet und in Betrieb sind. Das System kann jederzeit mit zusätzlichen Bedienterminals oder Suchscheinwerfern bis zur maximalen Anzahl ergänzt werden.
- Innovative Lösung
  Die neuen Suchscheinwerfer der Commander-Serie erleichtern und verbessern die konzentrierte Sucharbeit auf See und dienen somit der Sicherheit für Mensch und Sachen.

ISbus – Neue Lösung für binäre Signale am Foundation Fieldbus

Die Produktreihe ISbus von R. STAHL umfasst Komponenten und Systeme für den Foundation Fieldbus H1. Zum Produktspektrum gehören Feldgerätekoppler für eigensichere und nicht-eigensichere Feldbus-Geräte, Feldbus Stromversorgungen und eine Vielzahl von Systemlösungen für die Installation von Komplettsystemen in der Zone 1, Zone 2 und der US-Division 2.

Mit den neuen Digital I/O Kopplern, Typ 9413, bietet R. STAHL jetzt auch Lösungen für die Einbindung von einfachen binären Signalen, wie z. B. Näherungsinitiatoren und Kontakten, Leuchtmeldern oder Magnetventilen in die Foundation Fieldbus Technologie. In der Vergangenheit wurden binäre Sensoren und Aktoren häufig über konventionelle Trennstufen oder mittels Remote I/O Systemen an das Automatisierungssystem angeschlossen.

Bild 5: ISbus Digital I/O Koppler für binäre Signale am Foundation Fieldbus H1

Eine direkte Einbindung in die Fieldbus Foundation Struktur über den FF H1 Bus war mangels leistungsfähiger Koppler bisher nicht durchgängig möglich.

Der neue explosionsgeschützte Digital I/O Koppler von R. STAHL wurde speziell für den effektiven Anschluss einfacher, eigensicherer Binärsignale konzipiert. Über das Gerät können bis zu 8 binäre Ex i Eingangssignale nach NAMUR-Spezifikation bzw. EN 60947-5-6 und 4 Exi Magnetventile galvanisch getrennt an einen Foundation Fieldbus H1 angeschlossen werden. So lassen sich z. B. bis zu vier eigensichere Magnetventile inklusive je zwei Stellungsrückmeldungen in den Feldbus integrieren. Dabei wurde Wert darauf gelegt, ein möglichst breites Spektrum unterschiedlicher Ex i Magnetventile abzudecken. Das Gerät liefert bei einer Leerlaufspannung von 24 V einen Einschaltstrom von bis zu 30 mA je Kanal, der im Normalbetrieb auf 15 mA Haltestrom abgesenkt wird. Dabei werden natürlich alle Ein- und Ausgangssignale auf Drahtbruch und Kurzschluss überwacht und über den Bus gemeldet. Der Digital I/O Koppler wird je nach Ausführung als 2-Leiter-Gerät über den nicht-eigensicheren Feldbus gespeist oder als 4-Leiter-Gerät mit separater Versorgung an einem eigensicheren FISCO oder nicht-eigensicheren Bus betrieben.

›Eine einzigartige und flexible Lösung zur Integration einfacher Binärsignale.‹

Um die Vorteile der Fieldbus Foundation Technologie optimal nutzen zu können, verfügt der Digital I/O Koppler über ein umfangreiches Angebot an Function Blocks. Er unterstützt sowohl die Standard Ein-/Ausgabefunktionen DI, DO und MDI, MDO als auch erweiterte Funktionen wie AI für Frequenzsignale, CI für Zählerfunktionen sowie Logikfunktionen ›AND‹, ›OR‹ und ›NOT‹ zur internen logischen Verknüpfung von Ein- und Ausgängen.

Die Installation des Digital I/O Kopplers erfolgt in unterschiedlichen Gehäusen aus Kunststoff und Edelstahl in der Zone 1 oder Zone 2. Für Vorort-Diagnosen sind Status-LEDs für die einzelnen Ein-/Ausgänge sowie Bus und Versorgung optional verfügbar.

Mit dem Digital I/O Koppler ist jetzt eine einzigartige und flexible Lösung zur Integration einfacher Binärsignale in die Fieldbus Foundation Technologie verfügbar.

R. STAHL bietet zusätzlich die Planung und Fertigung von Systemlösungen für alle Feldbusanwendungen. Das Spektrum reicht von Feldgehäusen in unterschiedlichen Größen in den Ausführungen Kunststoff, Edelstahl und Aluminium über innovative Ex-Steckverbinder bis hin zu kompletten Lösungen für Feldbus-Projekte mit Engineering, Inbetriebnahme und Service.

www.fieldbus-solutions.com

Neuer Device-DTM zur nahtlosen Einbindung des Remote I/O Systems IS1 in Asset Management Systeme

Seit mehreren Jahren steht ein leistungsfähiger HART Gateway Device Type Manager (DTM) für das IS1 System zur Verfügung. Mit diesem ComDTM sind HART-Informationen aller angeschlossenen HART-Feldgeräte durch das Remote I/O System über den PROFIBUS DP V1 HART mit allen FDT-Rahmenprogrammen austauschbar. Dieser DTM bietet bereits einige erweiterte Funktionen wie z. B. eine automatische Topologie-Generierung über Bus-Scan, Einstellbarkeit der Slave-Adresse durch den DP V1 Master, HART-Live-List, Fehlerdiagnosen sowie I&M Funktionen zum Auslesen von Typnummer, Seriennummer oder Hardware- und Software Release für CPM und I/O-Module. ➔

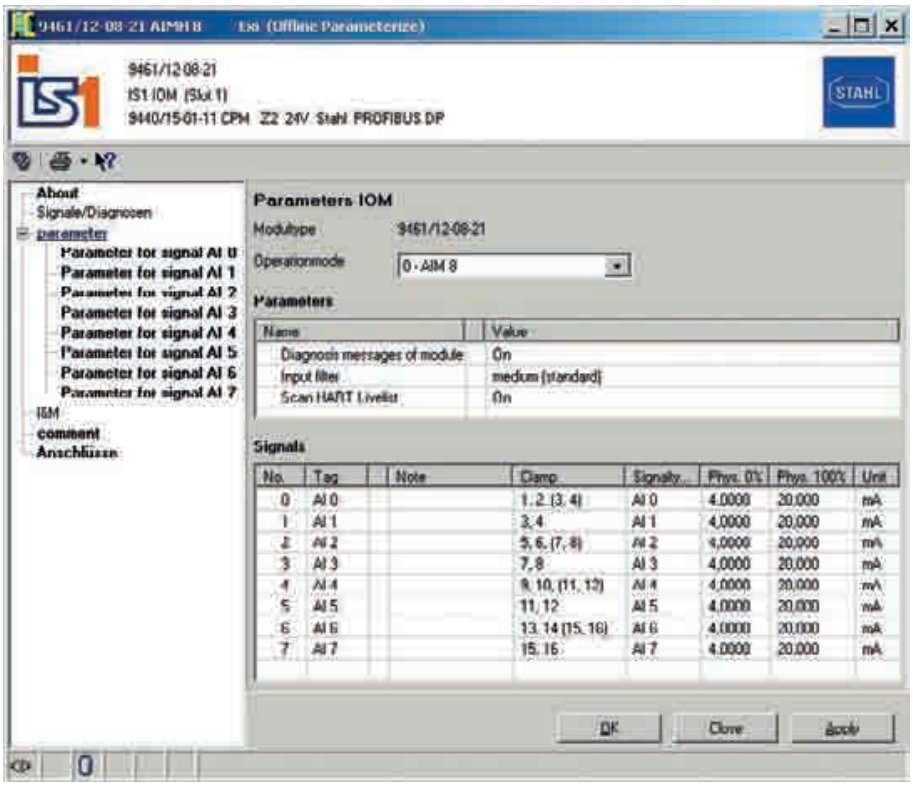


Bild 6: Parametrierung von IS1 Modulen über den Device DTM

Der neue DeviceDTM für IS1 beinhaltet all diese Funktionen, aber noch vieles mehr.

Mit diesem DTM lässt sich das Remote I/O System mit allen Ein-/Ausgangs-Modulen und der CPM-Baugruppe (CPU & Power Modul) vollständig über eine FDT-fähige Software (Field Device Tool) konfigurieren, parametrieren und verwalten. Damit stehen alle Informationen zum System und den angeschlossenen HART-Feldgeräten für ein umfangreiches Anlagen Asset Management zur Verfügung.

Der IS1 DeviceDTM ist so konzipiert, dass er die herkömmliche Lösung mit GSD-Dateien für Profibus DP Slave Systeme komplett ersetzen kann. D.h. ein entsprechend DTM-fähiger DP V0 Master nutzt damit ausschließlich den neuen DTM zur Parametrierung und Kommunikation mit IS1. Hierfür wichtige Funktionen, wie z. B. der Austausch von Prozessdaten über die sogenannten Process Channels oder erweiterte I&M Funktionen werden natürlich voll unterstützt. Der modulare Aufbau des DTM erlaubt eine sehr flexible Konfiguration von IS1 Systemen sowie einfache Erweiterungen und Änderungen bestehender Strukturen über die Frame-Applikation. Konfigurations- und Parameterdaten lassen sich hierbei im Betrieb sogar online ändern, ohne dass es zu Unterbrechungen im Prozess kommt. Diagnosen und Statusanzeigen von I/O-Signalen können sowohl gelesen als auch geschrieben werden – und das auch ohne angeschlossenes Automatisierungssystem, damit ideal für Inbetriebnahmen oder Fehleranalysen.

Viele weitere Funktionen wie z. B. Audit Trail, Label Druck für die Ein-/Ausgangsmodule oder Im- und Export von Parameterdaten sowie eine ausführliche, mehrsprachige Hilfefunktion runden das Leistungsspektrum des neuen DeviceDTM ab.

Noch existieren zwar nur einige wenige Automatisierungssysteme, die all diese neuen Funktionalitäten vollständig unterstützen. Aber auch hier ist es nur eine Frage der Zeit, bis die FDT/DTM Technologie in die Leittechnik integriert wird. Bereits jetzt werden spezielle Asset Management Lösungen und leistungsfähige Diagnose-Tools von den meisten Leitsystemherstellern angeboten. Mit dem neuen modularen DeviceDTM für IS1 steht eine der umfangreichsten und leistungsfähigsten Lösungen für alle Applikationen zur Verfügung.

Druckschriften +49 7942 943 40 4146

Einfach kopieren, ausfüllen und per Fax oder Post an uns schicken

Firma

Name

Abteilung

Adresse

Telefon Fax

- ☐ Ich möchte gerne persönlich beraten werden
- ☐ Ich möchte gerne in den Verteiler der Ex-Zeitschrift aufgenommen werden (erscheint 1x jährlich in Deutsch und Englisch)
- ☐ Ich möchte gerne Informationen zu folgenden Produkten und Themen erhalten

☐ **Explosionsschutz Grundlagen**
Einführung in den Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel und Anlagen

☐ **Grundlagen Staub-Explosionsschutz**

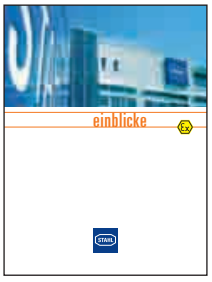
☐ **Pflichten und Aufgaben**
Für Betreiber von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

☐ **Geschäftsbericht**
der R. STAHL AG (verfügbar ab Mitte Mai 2007)

☐ **Ex-Plakat**

☐ **Ex-Stehsammler**
Ihr praktischer Sammler für unsere Zeitschriften

☐ **Kernprogramm**
Ex-geschützte elektr. Betriebsmittel, eigensichere Komponenten und Systeme für die MSR-Technik



☐ **Einblicke**
Wo Sicherheit keine Kompromisse kennt: Fertigung, Produkte, Systemlösungen, Ex-Zertifizierungen, Service und Seminare

☐ **Kompetent & Kundennah**
Das Dienstleistungsangebot

☐ **Fieldbus Solutions für den Ex-Bereich**
Die neue R. STAHL Broschüre über ISbus Feldbus, IS1 Remote I/O und Feldbussysteme

☐ **Beleuchten**
Langfeldleuchten, Scheinwerfer, Kompaktleuchten, Hängeleuchten, Handleuchten und Notlichtsysteme

☐ **Gesamtkatalog auf CD-ROM**
Explosionsschutz von R. STAHL

R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Abteilung Marketing, Am Bahnhof 30, 74638 Waldenburg
Tel. +49 7942 943 4146, Fax +49 7942 943 40 4146, info.ex@stahl.de

www.stahl.de

STAHL

Ex-Seminarkalender 2007/2008

Themen, Termine und Veranstalter*

2007

Termin*	Seminarnummer	Ort	Thema	Veranstalter
04./05.06.2007		Wuppertal	Die neue TRBS 1201 (Teil 1) vom 09.12.2006 bzw. TRBS 2152 (Teile 1 und 2)	TA Wuppertal
11./12.09.2007	108-72-1	Weimar	Grundlagen Beleuchtungstechnik	R. STAHL
19.06.2007	110-74-14	Grünstadt	Tag des Explosionsschutzes	R. STAHL
20.06.2007	110-74-15	Horb	Tag des Explosionsschutzes	R. STAHL
21.06.2007	110-74-16	Ingolstadt	Tag des Explosionsschutzes	R. STAHL
11./12.09.2007	109-71-2	Waldenburg	Explosionsschutz durch Eigensicherheit	R. STAHL
13./14.09.2007	481035	Potsdam	Sichere Handhabung brennbarer Stäube – Grundlagen des Explosionsschutzes	VDI Wissensforum
28.09.2007		Altdorf/ Nürnberg	Ex-Schutz-Dokument und Ex-Zonenplan für abwassertechnische Anlagen	TA Wuppertal
16.10.2007	101-71-3	Waldenburg	Grundlagen Explosionsschutz	R. STAHL
17./18.10.2007	106-71-3	Waldenburg	Installation und Wartung in explosionsgefährdeten Bereichen	R. STAHL
25./26.10.2007		Altdorf	Die neue TRBS 1201 (Teil 1) vom 09.12.2006 bzw. TRBS 2152 (Teile 1 und 2)	TA Wuppertal
13.11.2007		Bochum	Grundlagen des elektrischen Explosionsschutzes	EXAM BBG
13./14.11.2007	108-72-2	Weimar	Grundlagen Beleuchtungstechnik	R. STAHL
14.11.2007		Bochum	Elektrische Betriebsmittel der kategorie 3G (Zone 2) und 3D (Zone 22)	EXAM BBG
15.11.2007	107-71-2	Waldenburg	Mechanischer Explosionsschutz	R. STAHL
20.11.2007		Bochum	Die neue IEC-Normung – Equipment Protection Levels; Gruppe I, II und III: was erwartet uns noch?	EXAM BBG
21.11.2007		Bochum	Einsatz von Funkkommunikation/RFID im Ex-Bereich	EXAM BBG
22.11.2007		Bochum	EMV in/an explosionsgeschützten Betriebsmitteln/Systemen	EXAM BBG
26./27.11.2007		Wuppertal	Eigensicherheit in explosionsgeschützten elektrischen Anlagen	TA Wuppertal
28.11.2007	484805	Düsseldorf	Betrieblicher Explosionsschutz – Rechtssichere Betriebsorganisation	VDI Wissensforum
28.11.2007		Wuppertal	Erwerb der Sachkunde für Befähigte Personen im Explosionsschutz	TA Wuppertal
28./29.11.2007		Wuppertal	Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten	TA Wuppertal
04.12.2007	101-71-4	Waldenburg	Grundlagen Explosionsschutz	R. STAHL
04./05.12.2007	481514	Düsseldorf	Explosionsschutz beim Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten und Gasen	VDI Wissensforum
04./05.12.2007	485110	Mannheim	Die Betriebssicherheitsverordnung – Schwerpunkt: Brand- und Explosionsschutz	VDI Wissensforum
05.12.2007		Wuppertal	Die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und deren Umsetzung in die Praxis	TA Wuppertal
05./06.12.2007	106-71-4	Waldenburg	Installation und Wartung in explosionsgefährdeten Bereichen	R. STAHL
11./12.12.2007	480949	Düsseldorf	Allgemeiner Explosionsschutz	VDI Wissensforum

2008

Termin*	Seminarnummer	Ort	Thema	Veranstalter
05.02.2008	101-81-1	Waldenburg	Grundlagen Explosionsschutz	R. STAHL
06./07.02.2008	106-81-1	Waldenburg	Installation und Wartung in explosionsgefährdeten Bereichen	R. STAHL
03.03.2008	110-84-1	Osnabrück	Tag des Explosionsschutzes	R. STAHL
04.03.2008	110-84-2	Hamburg	Tag des Explosionsschutzes	R. STAHL
05.03.2008	110-84-3	Hannover	Tag des Explosionsschutzes	R. STAHL
06.03.2008	110-84-4	Berlin	Tag des Explosionsschutzes	R. STAHL
07.03.2008	110-84-5	Leipzig	Tag des Explosionsschutzes	R. STAHL
11.03.2008	110-84-6	Köln	Tag des Explosionsschutzes	R. STAHL
12.02.2008	110-84-7	Dortmund	Tag des Explosionsschutzes	R. STAHL
13.03.2008	110-84-8	Frankfurt	Tag des Explosionsschutzes	R. STAHL
18.03.2008	101-81-2	Waldenburg	Grundlagen Explosionsschutz	R. STAHL
19./20.03.2008	109-81-1	Waldenburg	Explosionsschutz durch Eigensicherheit	R. STAHL
02.04.2008		Bochum	Staubexplosionsschutz elektrischer Betriebsmittel Grundlagen und neue Zündschutzarten ›tD‹, ›mD‹, ›iD‹ und ›pD‹	EXAM BBG
03.04.2008		Bochum	Eigensicherheit – was ändert sich mit der IEC/EN 60079-11 Ausgabe 2007?	EXAM BBG
22.04.2008	107-81-1	Waldenburg	Mechanischer Explosionsschutz	R. STAHL
22.04.2008		Bochum	Anforderungen für Betriebsmittel in den Zündschutzarten ›d‹, ›e‹, ›p‹ und ›m‹ unter Einbeziehung internationaler Normungstendenzen	EXAM BBG
23.04.2008		Bochum	Installation und Wartung von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen	EXAM BBG
23./24.04.2008	106-81-2	Waldenburg	Installation und Wartung in explosionsgefährdeten Bereichen	R. STAHL
29.04.2008		Bochum	Einsatz von Wirelesstechniken im Bereich der Betriebssicherheitsverordnung	EXAM BBG
10.05.2008		Bochum	Erfahrungsaustausch für befähigte Personen im Explosionsschutz	EXAM BBG
12.06.2008		Bochum	Schulung für befähigte Personen, Prüfungen in Ex-Bereichen, Grundlagen und Prüfung mechanischer Arbeitsmittel	EXAM BBG
13.06.2008		Bochum	Schulung für befähigte Personen, Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen gemäß DIN EN 60079-14 und DIN 60079-17	EXAM BBG

* weitere Termine auf Anfrage an den Veranstalter

Anschriften der Veranstalter

VDI-Wissensforum GmbH
Graf-Recke-Straße 84
40239 Düsseldorf
Telefon +49 211 621-4201
Fax +49 211 621-4154
www.vdi-wissensforum.de; wissensforum@vdi.de

R. STAHL Schaltgeräte GmbH
Am Bahnhof 30
74638 Waldenburg
Telefon +49 7942 943 4146
Fax +49 7942 943 40 4146
www.stahl.de; seminare@stahl.de

Technische Akademie Wuppertal
Hubertusallee 18
42117 Wuppertal
Telefon +49 02 02 7 49 50
Fax +49 02 02 7 49 52 16
www.taw.de

EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH
Carl-Beyling-Haus
Dinnendahlstraße 9
44809 Bochum
Telefon +49 201 172 39 38
Fax +49 201 172 39 24
www.bg-exam.de

R. STAHL Schaltgeräte GmbH
Am Bahnhof 30, 74638 Waldenburg
Telefon +49 7942 943-0
Telefax +49 7942 943-4333

www.stahl.de

ID-Nr. 00 006 42 76 0
S-ExZeitschrift 39/2007-00-de-04/2007 · Gedruckt in der Bundesrepublik Deutschland